DE MOTU CORPORUM LIBERE CADENTIUM.

PARTICULA PRIMA

HISTORIAM HUJUS SCIENTIAE LITTERARIAM CONTINENS.

DISSERTATIO

QUAM

AUCTORITATE ET CONSENSU

AMPLISSIMI

PHILOSOPHORUM ORDINIS

IN

ACADEMIA VRATISLAVIENSI

PRO SUMMIS IN

PHILOSOPHIA HONORIBUS

RITE OBTINENDIS

DIE XXIV. MENSIS MARTII A. MDCCCXL.

H. L. Q. C.

PUBLICE DEFENDET

AUCTOR

CAR. GUST. AD. BECKER,

GLOGAVIENSIS.

CONTRA ADVERSARIOS

CAR. SONDHAUSS, PHIL. CAND.

HUG. DITTRICH, PHIL. CAND.

GUIL. KOERBER, PHIL. DR.

VRATISLAVIAE.

TYPIS GRASSII, BARTHII ET SOCIORUM.

Liber I.

Quae fuerint veterum sententiae de spatii, gravitatis et motus natura.

Veteres in mechanica arte versatissimos fuisse nemo est, qui neget. Tam praeclara enim et egregia hujus artis monumenta hodie etiam exstant a veteribus exstructa, ut sine mentis sensuumque defectione non possumus, quin illos propterea summa laude dignissimos censeamus. Universam autem mechanicam in rationalem, et eam quae opera manuum indigeat dividi auctor est Hero Mechanicus [1]). Ac rationalem quidem ex Geometria, Arithmetica, Astronomia et physicis rationibus constare tradit, eam vero, quae opera manuum indigeat, aeraria et aedificatoria et pictura et artibus sedentariis contineri. Definitionem vero mechanices hancce invenimus apud Pappum Alexandrinum [2]): Mechanica contemplatio est illa, quae statum et corporum latum, motumque secundum locum inquirit horumque quae natura sunt caussas reddit; quae quidem hujus rei definitio mathematicum valde decet, at dolendum est nihil eum de physicis scripsisse, vel si scripserit, nulla adhuc superstitia esse fra-

---

1) Hero Alexandria oriundus cognomine Ktesibius, sub fine saecul III. a. Chr. opp. c. not. M. Thevenot in ejusd. Scriptores veteres mathematici p. 115. seqq. 1693. form. maxim.

2) Pappi Alexandrini mathematicae collectiones a F. Commandino conv. et comm. ill. Pisauri 1588. et saepius form. maxm.

gmenta. Nec alibi usquam apud veteres aut philosophos aut mathematicos tam justa mechanices definitio invenitur, neque qualem illa definitio rei intellectum probat, talem ex alius cujusdam aut theorematis aut inventis colligere poteris, quum omnes per mechanicam eam tantummodo intelligant partem, quam Hero opera manuum indigere dixit, applicatam scilicet mechanicam; itaque in libris etiam, quos de mechanica conscripserunt, nihil reperitur, nisi varia mechanemata, machinarum dico, praesertim bellicarum descriptiones. Omnia autem illa inventa mechanica altum physices studium redolent, quum omnia earum rerum, quibus adhiberi debuerunt, naturae tam bene recteque adaptata sint, ut nos etiam, quamvis adjuti multitudine disciplinarum et artium recentiore demum tempore inventarum, tamen aptiora interdum vix invenire possimus. Antiquissimis autem temporibus Pythagoram ejusque discipulos cognoscendae rerum naturae operam dedisse nemo fere negabit, certe in Geometria colenda multum temporis consumebant. Cujus studii prae caeteris Anaxagoras Clazomenius laudem nactus est. Atque quum alius Pythagorae discipulus Oenopides Chius, invenisset: perpendicularem ad datam lineam ex puncto extra eam dato ducere[1]), nullum fere dubium est, quin ipsi notum fuerit idem instrumentum, quo nostri fabri utuntur perpendicularem ad horizontem ducturi, filum scilicet, cujus in altero fine plumbum affixum est. Ex quo affatim perspicuum est, Pythagoraeos non ignorasse, corpora gravia recta terram petere. Unus prae caeteris Archimedes de pura, quam vocant, et applicata mechanica scribendi copiam habuisset, versatissimus ille in rebus physicis et mathematicis (mechanicorum ab ipso inventorum quadraginta fuisse tradidit Pappus): sed ejusmodi argumentum ingenio suo ille non plane dignum censebat, quumque totus in mathesi esset, in hac scientia omne vitae otium consumpsit, physice tantum quasi servulo nonnunquam usus[2]). Aristoteles autem mechanices composuit disciplinam, attamen quum ille in iis

[1]) **Euclides elementorum lib. I. proposit. XII.**
[2]) **Conf. Plut. in vita Marcel. cap. XIV. seqq.**

potissimum libris, quos de Physica et de Coelo scripsit, de motus principiis, generibus, legibusque agat, inque mechanicis theorematis ea, quae in illis libris philosophica disputatione demonstrata esse arbitratus est, tanquam fundamentis utatur, hos libros potius in nostra provincia esse putamus, ita ut de illis hoc loco tacendum esse videatur. Quum vero veteres philosophi omnes in rerum naturam inquisiverint, factum est, ut in illorum decretis ea, quae nunc nostra potissimum intersunt, inveniantur. Fieri enim non potuit, quin philosophantes viderent, corporum alia esse graviora, alia leviora, quaeque corpora aliquid ponderis haberent, ea terram versus ferri, lationem vero e loco in locum fieri, ita ut plures loci essent sive integra omnium locorum totalitas, quae spatii nomine insignitur. Hujusce autem doctrinae permulta exstant varia argumenta, quae cuncta in philosophiae historia examinari debent. Quum vero ad nostrum propositum prae caeteris duarum scholarum doctrinae pertinere videantur, eas potissimum examinandas esse duximus, Platonis dico, qui caeterorum sententias examinavit atque cujus ex scriptis doctrina quaedam de motu componi potest, et Aristotelis, cujus doctrina per longissimum temporis spatium a physices studiosis summi aestimabatur. Priusquam autem ad hos accedamus, aliorum quorundam singulas sententias superstites examinentur necesse est, quibus explicatis ad illorum jam in ordinem compositam doctrinam facilior aditus patebit. Ad illas itaque nunc doctrinas transitum faciamus, quaeque ibi de spatio (ea scilicet qua nunc usurpamus hujusce vocabuli abstractione), de gravitate, quippe quae sit caussa motus libere cadentium, deque hoc motu docentur, colligere et in ordinem componere studebimus, id enitendum esse arbitrantes, ut talis de re nostra patefiat adumbratio, qualis ad satius percipienda recentiora statices theoremata non sit inepta et ut in satis clara luce positum sit, quid veteres de libere cadentibus compertum habuerint necne.

De Democriti, Epicuri et Stoicorum philosophia motus doctrinam praestanti.

Graecorum philosophorum antiquissimi, Jonici et Eleatici, qui dicuntur, principia mundi exquirenda esse censuerunt; cui rei operam daturi naturam intuebantur variaque observantes phaenomena ad propositum suum pervenire studebant. Sed nihil superest, ex quo colligamus, eos in physicis aliquantum profecisse. De Atomisticis, qui dicuntur, primum largius naturalis scientiae exstat argumentum; ab Epicuri enim discipulis quibusdam nonnulla Democriti decreta referuntur. E quibus patet, spatii loco vacuum sibi finxisse Democritum, in quo corpora minima necessario motu moverentur, ita quidem ut in corpusculorum illorum mutuo impulsu motus originem haberet, eorumque ab initio nulla esset gravitas; Epicurus vero ultra progressus gravitatem illis tribuit cujus impulsu moverentur[1]). Motus autem Democritus unum tantummodo genus esse arbitratus est, motum scilicet per illum mutuum impulsum, Epicurus vero duo alia adjecit, motum per rectam et per curvatam lineam, quae vero lineis rectis moverentur sursum petentia aut pulsu aut repulsu moveri dicebat[2]). Nonnulli Atomisticorum hisce tribus quartum quoque addiderunt motus genus, naturalem motum dico, sive motum atomorum illum, quo in corpora solida congruerent[3]). Uberiorem Epicuri de motu doctrinam in Lucretii libris de rerum natura invenimus, ubi docetur: 1) nullum grave corpus ultro sursum ferri (II. 184.), quod verum est et Aristotelicae rationi contrarium quippe qui nonnulla (ignem) ultro sursum petere contenderit; 2) in vacuo deorsum moveri corpora (II. 201.);

---

[1]) Stobaei ecclog. phys. Lib. I. Cap. XX. ed. Heeren pag 394. seqq. — Plut. de placit. philos. I. Cap. 3. Tiedem. Geist der spekul. Philos. pag. 266. seqq. Arist. de generat. et corrupt. 1. 2.

[2]) Stob. loc. citt. Plut. de placit. I. 12. 23. Diog. Laert. X. sect. 42. Lucret. de rer. nat. II. 476.

[3]) Stob. loc. cit. ab. init.

3) corpora cadendo accelerari (ibid. 216.), quod sane egregiam physices cognitionem naturaeque sedulam contemplationem probat; in eo tantum erravit Epicurus, quod non in quovis loco labentia accelerari putavit; hoc enim ad haec afferre certe non licet, quod nos compertum habemus, cadendo corpora scilicet non omnibus in terrae locis aeque accelerari. 4) Corpora mota in immota incidentia motum non excitare (ibid. 255.), quia corpora mota Epicurus aeque quam Aristoteles liquoribus innatantia sibi finxit, ita ut, si corpus in liquore non nataret, omnino non moveretur, quodsi vero jam moveretur corpus et ab alio e supero loco inipsum lato feriretur, celerius ruere censuit, quia pondus augeretur. Ex quo etiam videmus, corpora graviora eum putasse celerius ferri levioribus. 5) Libere cadentia recta moveri. 6) Per inane (spatium) omnia corpora licet non sint gravia, ultro et cum eadem celeritate moveri.

Stoici vero duo e quatuor elementis natura sua levia esse affirmant, ignem et aërem: duo contra gravia, aquam et terram; leve siquidem esse quod a medio suo recedat, grave quod accedat[1]) neque autem ipsum grave illud medium esse. Quum vero e Stoicorum sententia ad proprium suum medium corpus grave accedere debeat, motus localis sive translatio e loco in locum hac ratione cogitari fere nequit. Chrysippus tamen motum dicit loci mutationem vel in totum vel ex parte. Aliter: motum esse mutationem vel loci vel figurae, cursum autem vehementem, e sublimi motum; quietem autem partim privationem motus partim idem corpus ante et post habitum; multis porro modis quietem ac motum dici indeque definitiones multas oriri: primos quidem motus esse duos, rectum et obliquum: his autem varie mixtis, varios motus existere. Mire praeterea argutati sunt Stoici in definiendo motu, ut eum contra illos, qui plane eum tollendum putabant, defenderent[2]). Quae tamen nostra non tan-

[1]) **Plut. de placit. I. 12.**

[2]) **Confirmat haec Sext. Empir. adv. Mathem. X. 50. qui simul multas definitiones et affert et refutat.**

tum intersnut, ut hoc loco accuratius exponenda videantur.

Zeno praeterea traditur omnium corporum solidorum partes ad medium ipsorum atque etiam ad mundi medium ferri putasse, ita ut duae cujusvis corporis moti una sint motiones. Qua ratione verum esse ajebat, gravia terrae centrum appetere. Nec tamen omnia esse gravia sentiebat, sed nonnulla levia, quae sursum ferrentur. Multo rectius Appollodorum hac de re sensisse constat, qui in physicis motum mutationem loci vel figurae, vel in totum vel ex parte, statum autem comprehensionem loci vel figurae esse ait; genera vero prima motus esse duo, rectum et circularem, quorum utrumque plures complectatur species.

Ita singulae, quae a variis prolatae sunt, sententiae, quum nonnullae ex parte quidem verae, pleraeque autem falsae et admodum singulares esse videantur, in unam imaginem non possunt conjungi. Quod tamen continget forsan apud eos philosophos, quorum doctrinas nunc examinabimus.

Platonicae de motu doctrinae argumentum.

Omnis fere Platonis de motu doctrina in Timaeo et Theaeteto legitur; praeterea aliis in libris Platonicis nonnulla singula inveniuntur, quae non leges principales exhibere, sed ad integram, quae in illis dialogis exposita est, doctrinam satius percipiendam referenda esse videntur.

Jam vero Platonem aliorum philosophorum (in physicis Jonicorum, Eleaticorum, Atomisticorum, Pythagoraeorum) sententias examinasse, quaeque maxime viderentur probabilia suo ipsius ingenio digesta, adaucta et correcta in artem redegisse constat, ita ut nos singulorum doctrinas examinare supersedere possimus.

Primo statuendum est, Platonem spatii in abstracto veram sibi finxisse imaginem: quippe qui omnem motum dicat ad dextram et sinistram, supra et infra, a tergo et a facie fieri. Illis enim tribus directionibus (binae illarum in unam

sunt conjungendae) quas altitudinem, longitudinem et latitudinem appellare consuevimus, spatium in universum significatur. Hoc spatium neque corpus esse neque materiem, sed re vera nihil praeter motum per illas, quas commemoravimus directiones, per quas spatium significatur, recte arbitratus est, quia videbat spatium ipsum non sentiri, sed e corporum motu ac figuris cognosci. Nullus autem locus exstat, qui propter naturam suam aut summus aut infimus appellari possit[1]), quum enim mundus universus globosus sit, in quavis ejus parte nulla nisi ad centrum est relatio, cujus respectu omnia loca supera sunt; centrum enim ipsum neque superiorem neque inferiorem habet regionem. Ita quem colimus terrae locum, eum pro terrae summo habemus puncto, cui caeterae regiones subditae sint; qui vero diametro a nostro loco per terram ducta ibi habitantes inveniuntur, aeque ac nos suam glebam summum terrae punctum habent, ita ut merito de nostri globi imo et summo puncto sermo esse non possit. Probant autem illa, Platonem spatium infinitum et abstractum intellexisse, quum dici non possit, spatium hic vel illic esse, sed ubivis et in omnibus suis partibus sive locis idem esse cognoscitur. Cujus demonstrationis explicatio in libris de republica legitur[2]). Ibi enim finxisse sibi videtur unam spatii directionem, cujus tres diversae regiones cogitentur, superior, media, et inferior, sensibus non percipiendae, neque ad terram neque stellarum unam neque ad mundum universum referendae, philosophica tantummodo mente imaginandae. Ita in linea in infinitum producta si unum quodlibet punctum sumatur, cujus ad dextram atque sinistram duo alia sint puncta, quantacunque longitudine distantia, alterum punctum nec in dextra lineae parte positum est nec in sinistra alterum, quum quodvis lineae infinitae punctum pro medio haberi possit, de integrae autem lineae neque dextra neque sinistra parte sermo esse possit, respectu tamen illius primi puncti alterum punctum dextrorsum, alterum sinistrorsum est positum.

---

1) Tim. Steph. 62. C.

2) Conf. de republc. Steph. 584. D.

De motu autem in universum hasce noster profert opiniones. Illi Heracliteo, ni fallimur: universam naturam motu consistere, praeterque motum aliud nihil esse [1]), annuit, itaque motum principium quoddam esse statuit, quod et ex gravitatis definitione et e variis, quae posuit, motus generibus colligendum esse videtur. E materia enim variis viribus iisque disparibus neque ulla in parte aequilibrantibus immoderate agitata mundi artificem deos, homines, omniaque coelestia atque terrestria fabricasse finxit in Timaeo; ideoque numen divinum omnia numeris atque figuris distinxisse effecisseque, ut levibus atque gravibus suapte vi et natura discretis similia inter se coirent. Inde multae et variae nascuntur elementorum transfigurationes, quorum tamen mutatio motu et statu efficitur. Ex quo sequitur, ut status quidemlocum in aequabilitate habeat, motus autem inaequabilitate nitatur cujus caussa sit inaequalitas. Sed quum materiae dispares vires aequalia coire cogant, ipsaque materia inde agitata sit, colligi posse opinamur, ex Platonis sententiae ita pronunciata motum principalem intelligi, qui in quasdam species singulares dividatur, in motum per gravitatem dico seu mechanicum et motum ex consimilium et dissimilium, ut se mutent et in unum congruant mutua excitatione, sive chemicum, cujus opinionis ultima habemus fundamenta illum in Theaeteto locum (Steph. 155.) de quo supra jam diximus, alterum in Timaeo (Steph. 34.): ubi de mundo lege quadam moto disseritur, qui quidem alio nisi hoc legitimo cursu per orbem volveretur, nisi a duabus viribus sollicitatus. Quum enim necesse sit, ut omnia in unum congruant locum, quia omnia gravia sunt, quae vero minus gravia, ea ad graviora feruntur, factum esset, ut unum tantummodo corpus inde efficeretur, una gravitatis directione motum. Sed quum praeter gravitatem corpora similitudine quoque aut dissimilitudine sollicitentur, fieri non potest, ut omnia corpora una eademque directione moveantur. Quantum vero vi illa ex dissimilitudine sive inaequalitate orta sollicitantur, tantum a recta gravitatis directione discedere

[1]) Conf. Theaet. Steph. 155.

coguntur. Si vero utraque, et gravitas et inaequalitas, pari vi corpora uno tantummodo temporis momento movere student, per diagonalem quadrati corpora moveri scimus, corpus vero a duabus viribus paribus perpetuo sollicitatum per orbem volvitur; utramque enim vim propria sua directione corpus urgere ex utriusque definitione concludimus, neque est, cur opinemur, alteram alteri e recta linea oppositam esse; quod quidem si statuere velis, omnem motum (si modo aequales sint illae vires) tolli, notum est. Rerum praeterea natura motu maxime sensuum captui comprehenditur, cujus opinionis veteres philosophi excepto Parmenide auctores sunt, quibuscum omnes poëtae consentiunt, chemicae vero rerum facultates non nisi una cum caloris et lucis effectibus enotescunt, ipsi autem caloris quoque et lucis effectus motu fiunt [1]). Quae omnia justam rerum naturae cognitionem spirant, quum hodiedum quoque ita de tali argumento philosophentur. Praeterea autem motus polaritatis quandam ideam in illis opinionibus subaudire mihi videor, praesertim quum Platonem duo motus genera inde derivare videam, quod corporum alia moveant alia moveantur, acsi corporibus aut activitatis aut passivitatis, ut ita dicam, natura inesset. Non ignoramus quidem talem explicationem ad rerum per sensus perceptionem referri, quae ita explicatur, ut sensus et res sibi invicem tanquam obviam eant, itaque in medio quodam loco, ac ubi illa re vera sint, perceptio fiat; quum vero antea dictum sit: rerum propriam naturam motu gigni, omnemque naturam motu oriri, praeterea nihil esse, id jure colligere nobis videmur: haec, quamquam de sensibus dicta, tamen latius patere et omnino in universum accipi posse. Quin etiam duo motus genera, localis atque chemicus, aperte distinguuntur [2]), quorum alter e locum translatio, alter corporis partium dislocatio, ita ut prorsus alia corporis natura inde efficiatur, uterque hic motus alteri infeste obstat; ita ut, quum alter alterum effugere studeat, nihilominus tamen alter cum altero sit conjunctus; unde nascitur idem, quod nos nominamus motuum polarita-

[1]) Conf. Theaet. Steph. 153. A.

[2]) Ibid. 181. D.

tem. Neque minus rerum ipsarum motum mentisque invicem humanae actuositatem mutua oppositione probari videmus [1]). Nostra enim mens e Platonis sententia nullam rem cognoscit, nisi ad rem ultro aggreditur, neque res unquam cognoscitur, nisi menti se praebet sensibilem, ita ut alteram alteri quasi obviam ire oporteat. Quod quidem neque in eo loco, ubi res est, neque in eo, quo mens versatur, fit, sed in loco quodam, qui est medius inter utrumque. Sed ne quis rem ita intelligat, acsi lapis cognoscatur in loco ab oculo meo tres pedes remoto, si inter ipsum lapidem et oculum sex pedes intersunt. Tale quid Platonem scribere voluisse non dixerim, sed in mentis actuositate rem non prorsus passivam sed aliqua ex parte etiam activam esse indicare voluit. Scilicet res ubi cognoscitur, neque plane passiva est, neque etiam plane activa, quia ultro efficere non potest, ut sentiatur, mens vero per sensus ultro quaerit sensibilia, ideoque cognoscenda. Tales vero actiones motus esse nostrum affirmare voluisse puto, horumque motuum polaritatem quandam esse ex novissima nostra philosophia, quam polaritatis vocamus, constat. Haec quum saepius animo computaremus, veram naturae vitam Plato sibi finxisse visus est, quaeque omnia physices verum justumque spirarent animum docuisse; congruunt enim cum recentissima nostra de re doctrina nuperrime a doctissimo Pohl [2]) ita pronunciata: „Ab una parte „omnibus rebus corporeis assidua ac praevalens est incitatio, „quem in priori efficientiae gradu evolutorio ingressi sunt „statum, ita rursus commutandi, ut aptiores perfectioresque „actuositatis rationes inde subsequantur. Ab altera parte „contra in quoviscunque corpore conatus, statum, quem „iniit, immutabilem integrumque servandi, obnitatur talis, ut „retineatur vel refrenetur et compensetur mutationis illius „progressus. Tertia deinde efficacitatis regio medium tenet „inter utrosque hujusmodi impulsionum effectus oppositos,

---

1) Ibid. 150. E.

2) Commentatio principiorum tam in physice universa, quam praesertim in ejus parte chemica adhuc desideratorum. Vratislav. Aderholz. 1837.

„atque dum nullius partes segregatim vel abstracte agit, in „concreto tamen utrique earundem conditionum respondet, „verum proinde et reale scopum in hoc evolutionis altero „gradu assequitur."

„Prima igitur harum regionum chemicos effectus „complectitur, quibus corporum proprietates per mutuam in„citationem transmutantur, ut indoles eorum, qualis adhuc „fuerit plane vel maxima ex parte e conspectu recedat et „materia, qualitate et effectu penitus nova, locum priorum „corporum proinde sustineat. Altera vero regio eos, qui „chemicis e diametro oppositi sunt effectus, scilicet mecha„nicos continet, quibus non corporum qualitates peculiares sed „tantummodo locus vel figura externa per motum in spatio „commutantur. Itaque ergo ii effectus, quibus corpora in „prioris conatus obsequio, ulteriorem evolutionis progressum „sequuntur, in chemicam actuositatem abeunt; ii vero, qui„bus alterius conatus respectu metamorphosi huic chemicae „repugnant vel eam defugere aut moderare tendunt in sola „loci ac figurae mutatione versantur sive motum mechani„cum ac localem complectuntur. Actio chemica ergo motusque „mechanicus duo illa momenta conficiunt, quae in prima„riae efficientiae altero, ita ac vis et materia in priori evo„lutionis gradu, alterna positiva et negativa functione tam „arctissime cohaerent, ut disjuncta nusquam nisi in mentis „abstractionibus deprehendantur, re vera autem in concreto „mundo corporeo, si modo ad vivum cujusvis motionis ori„ginem ascendere velis, unita semper et reciproca incitatione „conjuncta ingrediantur. Motus ergo, quotiescunque in re„rum natura evenit, polari ratione oppositus est chemicae „actuositati et cum ea itidem ac magnetis polus borealis cum „australi, seu ut effectus electricus cum magnetico, per nexum „necessarium et indissolubilem conjunctus habendus erit."

Ad Platonem redeamus ejusque de gravitate doctrinam examinemus. Cujus justissimam definitionem exhibet hancce: quo plus corpori insunt partes coagulatione consimilium sibi invicem adventitiae et propria iisdem insita vi constrictae, eo gravius est. Indeque recte sibi imaginavit, corpora terrae centrum petere, quippe

quae terrestrium omnium gravissima esset, itaque summam vim in omnia corpora extra ipsam minus valida exerceat; quumque terra globosa sit, inde fieri, ut ubivis corpora pari modo circa terrae ambitum adtrahantur et coërceantur. Attamen haec prorsus nescivit ille, corpora cujuscunque ponderis pari celeritate terram versus ferri, nisi quod corporis alicujus major ambitus aëri obstanti plus praebet, quo impediatur voluminis, ideoque aliquantulum retardatur. Platonem contra putasse, quae nostro intellectu leviora cognoscantur, vehementius attrahi, quam graviora, quae pro ipsorum, qua caetera coërceant, vi resistere aliquantulum terrae vi centripetae, e gravitatis definitione necessario concluditur. Attamen eum non fugit, corpora non esse per se levia, sed respectu tantum caeterorum plus minusve gravia. Nec enim ignoravit, gravitatem esse, quod nos dicimus, relativam[1]). Tamen saepissime de hac re verba faciens levia sursum ferri dicit, quod, nisi in iis, quae liquoribus vehuntur locum habet. Nullam enim rem propria sua natura aut gravem aut levem esse affirmat, quum vero res in locum alium ipsi non convenientem delata esset, inclinationem ad levitatem aut gravitatem, i. e. cupidinem sive impetum aut sursum ferri aut deferri accipere, ex illis duobus lationibus enim levitas atque gravitas corporum cognoscuntur[2]) Sed quum ultra illum per gravitatem aut levitatem factum impetum non progrederetur ejusque modum rationemque neque certis proportionibus definiret, neque qui, qualis, quantus sit in clariore luce poneret, dolendum est, eum de gravitate, vi motrice in corporibus libere cadentibus, ejusque effectu in cadentibus cognoscendo nihil fere docuisse. Interdum enim nisus ille intelligendus esse videtur, quo gravia cadere coguntur, sive idem, quod est vis gravitatis; interdum pro effectu haberi debet, quem gravia per aliquod spatium jamjam deorsum lata in corpora, quae ipsis obstant, impingunt, quod est vis celeritatis. Ita postquam quae a Platone de spatio motuque in universum deque gra-

---

[1]) Theaet. Steph. 152. D.
[2]) Tim. Steph. 62. C.

vitatis definitione litteris mandata sunt, exposuimus, leges quaedam motus singulares restant. Quarum in prima Pythagorae annuit teste Plutarcho*): motum esse aliterationem sive mutationem materiae, quae hodiedum stat et in omnibus de mechanica libris tanquam principium primo loco legitur. Altera, qua celeritatis et tarditatis causam expositurus est, hanc videtur sententiam habere: ea, quae eodem tempore ad longius remota ferantur, celerius ferri [2]).

De Aristotele mechanico.

Non solum in libris, qui mechanicorum titulo inscripti sunt, Aristoteles de statu et motu verba facit, quamquam ibi praesertim mechanices applicatae specimen invenies; sed in iis potissimum libris, qui de physicis et de coelo agunt, staticae, quam nunc vocamus, doctrinam quandam composuit. Difficillimum autem est, ea, quae ibi inveniuntur, in ordinem quendam redigere et quae ad corpora libere cadentia pertinere videntur a ceteris accurate segregare, quum fere nullam rerum facultatem, aut vim naturalem inventurus sis, quam ille non per motus quosdam explicare et definire studeat. Ut vero, quae hac de re scripsit, facilius sint perspectu, hunc ordinem conservare studebimus, quo primum placita ejus de spatio universo, deinde gravitatis doctrinam, postremo, quae de libere cadentibus tradidit, examinemus. Quae vero ad omnem Aristotelis statices et mechanices disciplinam pertinent, ea omnia in hunc locum

[1]) De physic. philos. decretis. c. 23.

[2]) Conf. Theaet. Steph. 156. C. D., quo in loco diu haesitavimus, utrum de motu aequabili an accelerato sermo esset, quod quidem discernere non potuimus, quum nobis tantus antiquarum litterarum apparatus in promptu non est, quanto opus esset, praesertim quum viri docti nondum de textu convenere. Quum vero celeritas illa vel tarditas primitiva nominetur, ita ut motus variorum corporum ab initio celeritate diversus sit non autem par, uti in motu accelerato definiendo dicendus est, non dubitamus, quin de motu aequabili intelligenda sint.

colligere, diligentiusque perquirere opus esse, non videtur, quum quia non omnia ad nostrum propositum spectant, tum quia ipse neque staticam neque mechanicam inter physicas disciplinas mathesis ope indigentes numerat; musica contra, opticam et astronomiam physicas esse disciplinas censet, in quibus mathematici quoque versentur. Spatium vero esse infinitum aeque ac tempus Aristoteles quidem affirmat, quia mathematici utroque in demonstrationibus suis utantur, quibus de infinito faciendus sit sermo.[1]) Illa autem mathematicorum magnitudinum divisio et ad lineas et ad corporum superficies et ad ipsa corpora pertinet. Tempus autem lineae in infinitum productae speciem prae se fert, longitudinis tantummodo extensionem infinitam habentis, corporibus autem cum spatio universo ea est similitudo, ut et spatium et corpora tres habeant magnitudinis mensuras, quibus metiantur, longitudinem dico, latitudinem et altitudinem. Quum praeterea neque lineam neque corpus aut metiri aut dividere possis in infinitum partium numerum, nisi tempus spatiumque, in quibus dividantur, infinita sunt, recte Aristoteles magnitudinem sive corporum divisionem infinitum quid esse dixit; per illas autem ipsas magnitudines tempus et spatium intelligi debent. De spatio vero absoluto nullibi sermo est apud Aristotelem; plurima autem, quae de loco dicta sunt ad illud ipsum pertinere videntur. Loci enim ait tres esse dimensiones, longitudinem, latitudinem, altitudinem, quibus quodvis corpus metiamur, quae tamen loci tantummodo partes et species esse dicuntur[2]); atque in contrapositione singularum illarum directionum loci naturam esse quaerendam ipse docet,[3]) ex quo colligendum est, locum ibi intelligi omnino non corporeum i. e. in quo corpus sive materia contineatur, ita ut si corporis cujusdam materia in ipso non sit locus ipse non amplius sit sed verba illa in universum dicta esse, et abstracte i. e. de loco, qui est universi spatii

---

1) Conf. Physic.: auscult. III. 4. Textum secundum editionem Beckerianum legimus.

2) Phys. IV. 1.

3) Ibid. VIII. 8. IV. 4.

una pars, in quo corpus quidem contineri possit, verum non contineatur necessario. Praeterea locum transferri posse dicit, eum cum vase comparans. Locum enim similitudinem habere cum vase putat, quia neque cum materia in ipso contenta, neque cum forma, quae sit separabilis, aliquid commune habeat, sive, quod idem est, locum et figuram corporibus non nisi per accidens contingere; itaque locum denique, pariter atque vas transferri posse. Si vero corporis cujusvis locum pro spatii universi unam aliquam partem acceperis, locum transferri posse non dices; corpus quidem ex alia in aliam loci partem transire cognosces, quem vero antea obtineret locum, eum ibidem inmutatum remanere, (talemque, qualis fuerat, porro esse) quamquam sensibus non amplius percipiendum. Praecipue autem, Aristotelem spatium et locum idem esse putavisse, hoc indicare videtur, quod spatii dimensiones principia motus esse dicit quibus dimensionibus locus quoque ipse metiendus est, quum eaedem sint corporis mensurae.[1]) Si vero superior locus et inferior caeterique ad unum certum corpus referuntur, nescimus, qui motus inde oriatur? Quaecunque enim pars suprema erat in corpore, ea inverso corpore infima quidem est, neque tamen corporum ex hac vel alia parte, quae antea infima erat motionis principium nascitur; per inversionem enim corporis haec fiunt ita quidem, ut quodvis punctum in corporis specie externa per semicirculum vertatur, quod si ad illum summum vel infimum locum referre vis, et ad eum referre debes, qui a facie aut a tergo est, neque tamen id aequo jure ad eum referre licet, quem a dextra aut sinistra cognosces, ita ut nullus prorsus esset motus localis. Itaque statuendum esse videtur, illas dictas directiones non ad unum quoddam corporis locum referri ab Aristotele sed in universum esse dicta. Arctissima quidem loci definitione prohibere studet, ne quis locum ac spatium idem esse putet, attamen ipsi accidit, ut ea nonnunquam inter se commutaret. Quod idem a nostratibus quoque interdum fieri audimus, qui vocabulis Raum, Stelle, Ort non semper ea, qua debent, si-

[1]) De Coelo II. 2.

gnificatione utantur. Attamen spatium re vera non esse infinitum ex ipsis dictis directionibus caeterisque ejusdem, quae motus principia esse dixerat et ex gravitatis et levitatis definitione colligere potes. Quae enim corpora per illas directiones moventur, ea motu recto ferri dicit,[1]) recto autem fertur corpus aut ob gravitatem aut ob levitatem, quarum neutra infinita est, ita ut levissimum non amplius ascendat, si ad caeterorum ipsius respectu gravium in quibus vehitur summo fastigio advenerit[2]), grave autem in medio quiescit neque ultra medium (mundi centrum) ferri potest, quia nisum habet, ad centrum ferri[3]) qua propter ultra egressum, si quidem egredi posset, retro moveretur, necesse esset. Quae ergo vel sursum vel deorsum moventur, certos fines egredi non possunt, quumque motus ac spatii superior et inferior locus idem sint, spatium ipsum intra certos fines est inclusum. Tempus vero infinitum est, quia temporis mensura est motus, motusque ipsius mensura caeli latio, caeli autem latio motus est circularis, qui infinitus esse dicitur[4]). Tempus propterea infinitum est. Ad gravitatis definitionem transeamus ab Aristotele datam cujus principium in motu esse persuasum illi erat. Gravitatis et levitatis enim contemplationem arctissime cum motus doctrina conjunctam esse censebat[5]), recteque judicabat, grave esse, quod aptum sit ad medium ferri, leve, quod aptum e medio ferri[6]). Neque tamen quae hac justa definitione digna essent, de gravitate ipsum docuisse videmus; quum enim ipsa ejus motus recti definitio falso innitatur principio, factum est ut plura de gravitate docuerit, quae minus probari possint. Jonicis enim et Eleaticis non annuit Aristoteles in doctrina de corporum generatione, corpora nasci putans similibus advenientibus ad dissimilia[7]); ita quidem ut quo plura in corpore

---

1) De Coelo I. 2.
2) Ibid. I. 3.
3) Ibid. I. 14.
4) Physic. auscult. IV. 12.
5) De Coelo IV. 1.
6) De Coelo I. 3.
7) Phys. auscult. VIII. 7.

continineantur dissimilia, eo plus ponderis ipsi sit. Quumque justum sit dicere, ea plus ponderis habere, quae plures partes habeant, quam quae minore partium numero sint conflata, ut hodiedum judicamus, corpora ex Aristotelis opinione confecta gravia haberi non possunt. Neque tamen partium numero, quae ad conficiendum corpus coagulatae sunt, Aristoteles gravitatem metiendam esse censet, quae in nisu potius consistat, ut, quae gravia sint, deorsum ferantur levitas contra in nisu sit cognoscenda, quo sursum petere debeant corpora; gravissimum itaque est, quod sub iis omnibus collocatur, quae deorsum feruntur, levissimum, quod super omnia collocatur, quae sursum pergunt [1]). Recte quidem id ille ex sua motus recti definitione concludit. Corpora enim non nisi in medio quodam, in aëre scilicet aut aqua, moventur, ita ut, quae vel aëre vel aqua graviora sint, aëris et aquae resistentia superata deorsum, quae vero leviora, ab aëre, cui studium inest in inferiorem locum petere, quam illa, sursum ascendere cogantur. Duo propterea, unum absolute grave, sive omnium gravissimum, terram scilicet, alterum absolute leve, sive omnium levissimum, ignem dico, imaginavit [2]). Attamen differentiam esse inter gravitatem et pondus, Aristoteles non dicebat, quamquam id quidem secundum gravitatis suam definitionem debebat, sed commutavit scribendo utramque. Gravitatem enim ex pondere dijudicandam arbitratus esse, videtur, quod praecipue ex ejus de corporibus labentibus lege: corpora, quo plus ponderis habeant, eo celerius labi, concludendum est. Si enim gravitas est nisus, secundum quem corpora inferiora loca petunt, quo autem plus ponderis corporibus insit, eo celerius feruntur, gravitas ac pondus idem esse putandum est [3]). Atque in hoc potissimum erravit, quod unum aliquid

---

1) De Coelo I. 3. IV. 1.

2) De Coelo IV. 4.

3) Quae fuerint veterum et experimenta et ratiocinationes de corporum variorum gravitate ex Syniano cognoscitur. Conf. Simplicius ad. Arist. de Coelo pag. 173. (Schneider: Ecclogae physicae XV. pag. 270, 8—13 et notae: XV. pag. 151.) ubi Simplicius opinionem

absolute grave esse dixit, terram, alterum absolute leve, ignem, ita ut, si terra sub aqua, quae gravior sit aëre, ipso igne graviore, posita sit, non moveatur, eodemque modo ignis super aëre positus nullo motu cieatur. Ita enim fieri potuit, ut alia corpora gravia, quae e gravibus elementis composita essent, ex terra, aqua, aëre, alia levia, quae ignis partibus constarent, dicere posset; propterea deinde ipsi accidit, ut nullum motum exstare putaret, nisi natantium vel potius per medium quoddam aut ascendentium aut descendentium. Simulac vero in temporis spatio satis longo quodque ad suum pervenit locum, necesse est, omnia quiete sempiterna in eo acquiescere. Sed si haec ex Aristotelis opinione recte concluduntur, tamen alia subrepit dubitatio. Si enim terra est absolute gravis, necesse est ad eam ferri et aquam et aërem, atque horum utrumque suis in locis ultro se collocare, quem vero terra occupat in universo mundo locum, eum universi centrum esse affirmat, ita ut corpora non nisi per accidens terram versus ferantur. Quia enim inter ea, quae ad vorticis medium moventur gravia centrum petunt, inde fit, ut terra, quia gravissima est, in universo mundo, qui in vortice agitatur, medium obtineat locum sive in centro sit posita [1]. Universi itaque mundi latio principium esse dicitur. Non enim sine mundi universi motu factum esset, ut elementa, sive corpora ex ipsis orta moverentur suumque locum invenire conarentur, neque gravitas esset, quum nulla corpora vorticis, qui non esset, centrum peterent, indeque, quae gravia essent cognoscendi copiam non haberemus. Quumque nonnulla perpetuo moveri nonnulla perpetuo acquiescere, diceret, quumque corpora rerumque facultates, veluti magnitudinem, densitatem et praecipue pondus motu effici affirmare videatur [2]: necesse est motum pro naturae principio accipere. Ipse autem Aristo-

---

Ptolemaei astronomi de gravitate corporum aqua vectorum secundum Alexandri Aphrodisii opinionem refellere conatur.

[1]) De Coel. II. 14. 13.

[2]) Phys. auscult. VIII. 7.

teles naturam motus principium esse affirmat[1]) ita ut mundus universus stare quidem non possit, terra ipsa autem in universi mundi centro quiescat. Propterea quoque neque gravitatem neque levitatem infinitam, sed utramque quodammodo relativam esse censere debebat Aristoteles, quum quae aqua vehantur aqua sint leviora, aëre vero, quae non ferantur, aëre sint graviora. Neque tamen ex ejus sententia id omnibus corporibus accidit, quum quae e terra confecta sunt, absolute sint gravia, quae vero igne constant, absolute levia; horum autem relationem inter ipsa esse putat[2]): suo enim loco omnia habent gravitatem, praeter ignem qui unus absolute levis est. Sic omnem gravitatis et levitatis naturam satis dilucide exposuisse et aliquid magni et novi invenisse sibi visus est Aristoteles, quum ante se nihil dictum esset de iis, quae absolute aut gravia aut levia nominarentur; ex quibus tamen solis gravitatem et levitatem cognosci putat; sed pristinorum doctrinam ad ea tantum pertinere corpora, quae pondus quidem omnia habeant, sed quum ponderis aut plus aut minus in se contineant, ea de caussa aut graviora aut leviora dicantur. Quod historia doctrinae de gravitate et de levitate breviter enarrata probare studet. Nos autem non possumus, quin dolendum esse fateamur, quod ipsius doctrina tam diu viguit, quo factum est, ut tam diu majores nostri a vera rerum natura cognoscenda longissime remoti essent, quam antiquiorum opiniones secuti rectius citiusque perspexissent. Jam vero his expositis, quae Aristoteles de motu docuerit, nunc breviter enarrare et sub unum quasi adspectum colligere liceat. Sunt autem illa haec fere: Primum quidem naturam motus principium esse censet[3]), hujus autem tria statuit esse genera, motum localem, motum ad accrementum et decrementum, motum denique ad immutationem sive alterationem[4]); quorum tamen primi tantummodo nostra maxime interest. Motus autem localis ex

1) Ibidem VIII. 3. 4.
2) De Coelo I. 3.
3) Phys. ausclt. I. 2. II. 1. VIII. 3. 4.
4) Ibidem II. 1. VIII. 7.

Aristotelis sententia quatuor sunt species, tractus, pulsus, rectio, volutatio [1]), quorum tertius est ille motus, quem nos corporum libere cadentium lationem nominamus, quum omnia, quae moventur, in medio quodam vehi, supra jam dictum sit. In vacuo autem nullus est motus; vacuum enim ipsum non est, quia in vacuo nullae loci relationes ideoque nullus motus. Praeterea vacuum non est, quia nulla vacui et infiniti differentia ideoque nullus esset in illo motus naturalis; ubi vero non est motus naturalis ibi alios quoque fieri motus non videmus [2]). Gravitas enim vim quandam exhibet, qua corpora deorsum feruntur; medii autem, in quo feruntur, contiguitas partium diremptionem pati non vult, quapropter et gravitatis et resistentiae vis, quam medium exhibet, compensari debet; in quo autem medio gravitatis vis validior est, quam contiguitatis sive partium cohaesionis vigor, in eo deorsum fertur corpus, quia medii partes dirimuntur ab eo. Corpus igitur non, qua debet, vehementia in medio fertur, sed ea tantum illius parte, quae restat, si medii resistentiae vim subduxeris de vi gravitatis, sive ponderis; ex quo consequitur, corpus prorsus non labi, si vires illae inter se sunt aequales [3]). Attamen hanc demonstrationem ad quemlibet corporum ascensum et descensum pertinere non negabis, quum jam supra in adumbranda Aristotelis de spatio et gravitate doctrina plurima attulerimus, quae ad id spectant. Praeterea ad confirmandam hanc doctrinam hoc theoremate innititur: c o r p o r a g r a v i t a t i s r a t i o n e f e r r i. Si vero corpora in vacuo ferrentur, (in quo quidem ferri possunt, quia non resistit) ad omnem partem ferri deberent; theorema igitur illud non staret. Quum autem substantia adsit, per quam ferantur, quaeque a graviore corpore propter majorem vehementiam celerius dividi possit, faciliusque illi cedat, inde fit, ut gravius corpus celerius ruat [4]). Vacuum ergo esse non potest. Attamen

---

[1]) Ibidem III. 2.
[2]) Phys. auscult. IV. 8.
[3]) De Coelo IV. 6.
[4]) Phys. auscult. IV. 8.

non omnia moventur, quia non omnibus motionis principium inest; haec autem principia sunt, unde motus habent ea corpora, quae loci dimensiones habent. Quia vero non omni in corpore sunt illae tres dimensiones, de quibus supra sermo erat, sed in animatis tantummodo, quia inanimata carent illis et motus principia non in se ipsis habent [1]), inde fit, ut animata ultro moveantur, inanimata vero ab aliis moveri, aut immota stare necesse sit. Sed animata quoque principium lationis extra se habere possunt, ita ut non sua propria vi, sed ab alio quodam mobili moveantur — mobile enim est, quod et alia movet, et ipsum moveri potest [2]). Vis vero externa corpus quoddam movens potentia est; interna vis autem, qua corpus suo ipsius nisu, non alius corporis vi sollicitatum movetur — facultas est (vigor, energia), quae est propria corporis natura motui inclinans, qua corpus nullo alio movente ipsum se movet. Quod vero per vim externam motum est, eundo vim quandam induere potest quae est actus imperfectus [3]). Attamen illa ab alio corpore movente accepta vis et illa, quae ab ipso corpore moto eundo acquiritur, nonnumquam commutantur, quia neque viras illas neque ipsum illum actum, quomodo explicet, Aristoteles habet, difficillimum id esse fatetur, ideoque in hac acquiescit motus definitione: m o t u s e s t a c t u s m o b i l i s, u t e s t m o b i l e — vel p e r e n n i t a s m o t u s, q u a r a t i o n e m o v e t u r [4]).

Praeterea Aristoteles se rerum qualitates explicare non posse fatetur, quia effectus ab ipsis rebus inseparabiles sint [5]). Hisce quae de gravitate et levitate dicta sunt, expositis ad localem motum redeamus. Atque quum fieri possit, ut quae vi externa moveantur, ad alium locum ferantur, quam quem petiissent, si sola vi ipsis insita, veluti gravitatis aut levitatis mota essent, duo hujusce motus localis genera discernenda sunt, naturalis motus, et ille, quo praeter naturam corpus vi

---

1) De Coelo II. 2.
2) Phys. auscult. II. 2.
3) Ibid. VIII. 5.
4) Ibid. III. 1. VIII. 8.
5) Ibid. I. 2.

quadam ad alium ipsi non convenientem locum fertur[1]). Alius tamen est motus qui contrarius dicitur; is enim inter duos motus cognoscitur, quorum alter locum petit alteri e contrario oppositum[2]). Motus deinde aut uniformis est aut difformis; atque uniformis est, qui in uniformi magnitudine fit, i. e. eodem tempore, per idem spatium, eodem modo, eadem cum celeritate aut tarditate; cujus vero non semper eadem sunt illa, is est difformis[3]). Omnis autem latio difformis remissionem, intensionem ac statum habet. Status autem est, aut unde, aut quo mobile fertur, aut in medio. Veluti forsan iis, quae secundum naturam feruntur, in eo, ad quod moventur, quae vero praeter naturam, in eo unde feruntur, iis vero, quae projiciuntur, in medio lationis puncto[4]). Praeterea motus est aut rectus aut circularis aut mixtus ex his duobus; rectus est, quo per unam spatii directionem fertur, circularis, qui in circumferentia fit. Circularis autem motus a duabus viribus sollicitatur, altera centri petendi, altera fugiendi; motus vero in circumferentia cum motu per lineam rectam comparari non potest; quia si comparentur, circumferentia et linea recta idem essent[5]). Circularis autem motus continuus est, i. e., qui nullas intercapedines habet atque nullam in specie differentiam; motus rectus continuus non est. Quod quidem illis non respondet, quae de motu et spatio in universum dicta sunt, nimirum, ea moveri, quae ex spatii directionibus, (e loco supremo vel infimo, dextro vel sinistro caeterisque) motus principium habeant. Fieri enim non potest, ut finitum aliquid infinito tempore moveat, quia in magnitudine finita vires non possunt esset infinitae[6]). Quae vero ex supremo et infimo loco motus principium habent, ea in infinitum non moveri ex gravitatis et levitatis definitione patet, quas finitas esse, dictum est; caeterorum vero, quae e loco qui est a facie sive

---

1) Phys. auscult. III. 1. VIII. 4.
2) Ibid. V. 5.
3) Ibid. V. 4.
4) De coelo II. 4.
5) De Coelo I. 2. Physic. auscult. VIII. 8. VII. 4.
6) De Coelo VIII. 9.

a tergo vel ad dextram sive sinistram motus principium habent, ea quoque rectis moveri lineis necesse est, quumque motus eorum naturalis sit, nihil obstat, quo minus eum infinitum esse putemus. Motum vero infinitum continuum quoque esse, ex circularis motus definitione, qui solus continuus dicitur, intelligimus. Itaque rectus et circularis motus idem essent. Praeterea intelligi non potest, quos motus e caeteris spatii dimensionibus principium habere Aristoteles sibi finxerit; quum de his nihil fere dictum sit, de iis vero, quae ex supero et infero loco principium habent, multa inveniamus. Unum tantummodo huc spectare videtur, in quo tamen Aristoteles sibi ipse repugnat. Nam quum antea dixerit ea quae ex spatii directionibus motus principium habeant, ea motu naturali moveri i. e. propriis viribus ferri, quae vero motus principium in se ipsis non habeant, ea motu praeternaturali, sive vi quadam externa ad motum sollicitari: posthac tamen asseruit, gravibus ac levibus quidem in se ipsis principium inesse videri, quae quidem non nisi propter naturalem motum ad supera aut infera loca levia aut gravia nominentur, alia vero, quae mutentur, in se ipsis motus principium non habere, sed foris [1]), ita ut nulla corpora a dextera atque ex caeteris principium habere, neque motu naturali aut dextrorsum aut sinistrorsum aut alioversus moveri possent; quod tamen fieri antea ipse dixit. Quietem vero Aristoteles motus privationem dicit [2]); omnemque naturam sic interpretatur: ut eam censeat esse primam cuique eorum subjectam materiem quae motus in se mutationisque principium habeant [3]).

Quumque per motum omnia probare studeat, atque re vera in hac naturae definitione acquiescere potuisset, quia in universa natura definienda uno principio uti non ineptum est, motusque haud sinistre pro principio accipi posset in iis, quae ad naturam pertinent, tamen pessime a suo ipsius proposito recessit, fortunam et casum inter rerum causas

1) De Coelo IV. 3.
2) Phys. auscult. V. 6. VIII. 8.

referens, multumque fortuito et per casum fieri non negans [1]). Quae sententia sincerum atque justum naturae studium haud quaquam redolet, talemque virum valde dedecet.

Leges autem de corporum casu libero hasce noster profert:

I. Quae de motu in universum docentur, neque a nostro proposito removenda sunt,

1) motus in instanti non fit, quia neque spatium neque tempus ex indivisibilibus constat. Necesse autem esset, motum indivisibilem spatii partem transeuntem instantaneum esse, i. e. eodem temporis momento in initio et fine spatii partiunculae fieri. (Physic. auscult. VI. 1.)

2) Celeritates ex composita temporum cum spatiis ratione dijudicantur, nimirum

a. parem celeritatem habent, quae aequali tempore per aequalia spatia feruntur. (Ibidem VI. 4.)

b. Quod celerius movetur, majus spatium in aequali tempore, aequalem in minore, majorem denique in minore percurrit. (Ibid. VI. 2.)

3) Minimus motus is est, qui est celerrimus. (De Coelo II. 4.)

II. Quae ad cadentia maxime spectare videntur.

1) Gravia deorsum, levia sursum motu naturali moventur. (Phys. auscult. VIII. 4.)

2) Tempora eandem, quam pondera, rationem habent. (De Coelo 1. 6. 8. Physic. auscult. IV. 8.)

3) Quo corpus est propinquius suo loco (in quem aptum est ferri) eo celerius movetur. (De Coelo I. 8.)

---

[1]) Ibid. II. 4.

4) Gravia, quae terram versus feruntur, non directionibus aequidistantibus, sed ad angulos aequales terrae centrumversus feruntur. (De Coelo II. 14.)

5) Figurae causae non sunt, ut aut sursum aut deorsum absolute ferantur corpora, sed ut celerius tardiusque ferantur.
(Ibidem IV. 6.)

Haec tamen theoremata nunc examinare supersedere possumus, quum nonnulla falsa esse, quisque ipse videat, caetera vero commodius sit cum Galilei theorematibus componere ibique examinare.

Talis itaque est veterum de motu doctrina; post Aristotelem enim longo temporis spatio nil novi inventum esse constat. Neque tamen dubitamus, quin alius quis in veterum scriptis reperiat nonnulla, quae nos effugere; quum enim nullus fere ad nostram usque aetatem his rebus operam navarit, excusari forsan poterit, si in tanta rerum multitudine neque omnia examinaverimus, neque quae examinavimus, ea, qua par erat, sedulitate mentisque sagacitate perquisiverimus, praesertim quum non tanta antiquarum litterarum supellectili ornati essemus, quanta ad talem pervestigationem opus est. Qui vero veterum philosophiae perquirendae operam dant, eos nostrae quoque quam ex antiquarum litterarum ingenti multitudine sumpsimus, materiae plus lucis allaturos esse sperandum est. Nos quidem id potissimum egimus, ut non omnia, quae de hac re in veterum scriptis exstarent, cum pulvisculo erueremus, — id enim scriptiunculae nostrae fines haud dubie superaret, — sed ut ea, quae gravissima et maxime necessaria viderentur ad id, quod vellemus, diligenter colligeremus, hisque paullo accuratius expositis faciliorem redderemus aditum ad novissimam de corporibus libere cadentibus doctrinam. Hoc unum tantummodo restat, ut nomina eorum virorum referamus, qui interpretandis et commentariis suis exornandis libris ab Aristotele de physica auscultatione et de Coelo conscriptis operam navarunt, Simplicii scilicet, Vicomerati, Vatabli, Ar-

gyropyli, Nicolai Grushii, Joachimi Perionii, Lamberti de Monte, Raphaelis Volaterrani, Averrois Cordubensis, Octaviani Scoti, Thomae ab Aquinatis, Gajetani, Gualteri de Burley, Lutici Augustini Nyphi, Zimarae et Hermolai Barbari. Ad mechanica vero Aristotelis scripta incubuerunt: Leonicus Thomaeus, Piccolomini, Bernardinus Baldus, Monantheuil, Guevara, Blancanus Septalius, aliique minus noti.

Liber II.

Quae inde a litterarum restaurationis temporibus de corporibus cadentibus novae doctrinae inventae sunt.

Nemo fere de universa arte mechanica scripturus ea qua par est cura et diligentia consilium suum exsequi poterit nisi hujusce scientiae patre et inventore commemorato, nisi professus, Galileum principia ejus docuisse, quae hodiedum accurate ediscenda sunt non solum illis, qui Mechanicae, sed etiam qui Mathesi operam dant. Atque re vera in enchiridiis Mechanices et in Matheseos adplicatae compendiis hisce duobus saeculis editis Galilei nomen non frustra quaesiveris cui a quolibet (ne adversariis quidem exceptis, quibuscum et ipsi Galileo et Evangelistae Torricellio illius discipulo triginta per annos dimicandum erat) debitae doctrinae et sagacitatis laudes, gratesque exsolvuntur. Praeterea omnibus fere libris encyclopaediacis, in quibus de Physica, de Mechanica, de Mathesi disseritur nomen ejus ad coelum usque efferri solet. Duo tamen exstant libri, quorum in altero Galilei vita enarratur in altero nil nisi Galilei gloria celebranda tractatur [1]), in quibus ubi de

---

[1]) Vita di Galileo Galilei e di Cavalieri de Viriani. Firenze 1794. Elogio di Galileo di Paolo Frisi. Fir. 17. Cf. Utriusque libri auctor eadem qua Galileus patria usus est. Posthac apud Guil. Libri in: Histoire des sciences math. legimus alteram Galilei vitae enarrationem exstare a Nelli conscriptam. Lausan. 1793. quem librum tamen non vidimus.

inventis et detectis Galilei astronomicis verba fiunt, ejus meritis omnis laus tribuitur, quae vero ad Mechanicam spectant, in qua Galileus majore etiam gloria dignissimus mihi videtur, quum hujus artis tanquam fundamentum jecerit, justo brevius absolvuntur. Doctrinam vero de omni Mechanica Galileus ipse in libris duobus exposuit, qui inscribuntur, alter: Discorsi e dimostrazione mathematiche intorno a due nuove schienze attenenti alla mechanica ed i muovimenti locali. Leid. 1638. (Opere di Galileo Galilei nobile Fiorentino in 4. Fir. 1718. tom. II. pag. 479. — vel: Opere etc. etc. Fir. 1816. in 8. vol. VIII.

Hujusce libri versio exstat sermone latino ita inscripta: Discursus mathematicus circa duos novas scientias. Lugd. 1699. (Auctor nomen non adjecit), alter: Mechanica (in operibus prioris editionis tom I. et III.). Galilei enim nomen in fastis astronomicis celeberrimum non minoris famae et gloriae est apud mechanicae artis peritos, quam, quibus locupletavit astronomiam sunt splendentia, attamen tantam gloriam, nisi artem mechanicam invenisset, sibi non parasset. Minore enim ingenii acumine opus est ad telescopum coelum versus dirigendum videndaque in coelo varia phaenomena, quam ad leges absolvendas in corporibus cadentibus curvasque lineolas quas oblique cadentia describunt, determinandas. Etiam caeteris mechanicae artis problematis opus fuit, quae omnia subtiliter tractavit ille disciplinae hujus pater, qui solus quasi omnes illas modo laudatas scientias possedit. His fere verbis Montuclas nostrum merito celebravit.

Usque autem ad XVI. saeculi finem veritatis lux nondum illuxerat corporibus motis ita ut illa physices pars recoleretur et denuo perlustraretur necesse esset, quem quidem laborem Galileus ea jam aetate suscepit, qua alii licet optimis ingeniis praediti nonnisi praeceptorum oculis et mentibus valere calleant. Sed infirmus est, atque in foedis erroribus saepissime circumactus animus humanus ita ut interdum ea non videamus, quae fere ob oculos versantur. Ita quidem factum esse vidimus, ut tot variae ortae sint doctrinae de re ad quam cognoscendam nil nisi sensibus sanis opus erat. Speculationibus enim nimium indulgebant,

qui rei operam dabant, empiricen neglexerant, opinionesque praejudicatas secuti sunt. Longissime autem qui Aristotelem sequebantur aberant, ut legitima de corporibus libere cadentibus traderent, quum quia praeceptori plus fidei habebant, tum etiam, quia ipsius universam doctrinam non omni ex parte recte intelligebant. Sed de his et uberiora et meliora, quam quae nos dicere possumus exposita habes in plurimis illis libris, qui omnino de causis, cur inde ab antiquitate ad restaurationem usque litterarum cujusvis fere doctrinae studium neglectum jacuerit, ab eruditissimis viris conscripti sunt. Itaque quum post Aristotelem neminem reperiamus, qui novi quidquam aut memoratu digni docuerit, jam transeundum videtur ad eum, qui nostram disciplinam tanquam e diurno somno excitavit, — ad Galileum. Etenim quum demum monachi in litteras incumberent et physices universae et mechanices tam purae quam applicatae studium in eunte saeculo XVI. magni momenti fuisse putandum est; nunc enim Guido Ubaldus[1]) magis etiam Stevin[2])

---

[1]) Guidi Ubaldi Marchio de Monte mechanicorum liber. Nempe de libra, vecte, trochlea, axe in peritrochio cuneo et cochlea Venet. 1615. Nimius est in reducendis aliis potentiis ad vectem aut libram. Idem fecit paraphrasin et scholia in Archimedis libros de aequiponderantibus. Pisauri 1588. fol.

[2]) Simon Stevinus (1608) Principis Auriaci Mathematicus in quarto tomo Hypomnemoneumatum staticam tradidit in sex libros divisam. Primus statices elementa complectitur, nempe post definitiones tradit 28 propositiones, de aequiponderantibus, de situ recto et oblique, de planis inclinatis, de ponderibus pendentibus e duplice fune. Secundus est de gravitatis centro, planorum et solidorum. Tertius statices praxin continet, librae et staterae praxes perfectissimas, vectium genera, ponderum gestatorum aut attractorum affectiones, trochlearum formas. — Praeterea de tali argumento libros composuerunt: Joan de Guevara Cler. Rex. Min. In Aristotelis mechanicos commentarii. Una cum additionibus quibusdam ad eandem materiam pertinentibus. Rom. 1627 4°. — Vitruvius de Architectura durch D. Gualterum H. Rivium Medic. et Mathem. (propria quoque nonnulla de statica in commentariolis suis adjecit). aliique nonnulli, qui tamen nil novi aut invenerunt aut docuerunt, quod ad instaurandam nostram doctrinam pertineret, quapropter amittendos esse putavi in enarranda nostra historia.

et Galileus ad hasce litteras animos applicuerunt, quos Cartesius, Robervalus et Hugenius aequales secuti sunt, qui ad quendam perfectionis gradum perduxerunt, quod veteres inceperant, illi amplificarant. Inde enim ab Aristotele corpora distribui solebant in gravia et levia, quorum his centri fugiendi illis appetendi quasi cupido insita esset, quam declarationem Scholastici pro gravitatis definitione accipiebant, gravitatem et levitatem corporum facultatibus latentibus, quas dicunt, adnumerantes; qui quidem gravitatem ac pondus idem esse censentes a veritate eo magis aberrabant. Quod theorema his verbis editnm „corporum cadentium altitudines eandem habent rationem, quam pondera eorum habent," Galileus delevit falsum esse demonstrans, quamvis speciosum sit. Non enim meminerant istius theorematis auctores, corpus, quo gravius esset cum eo majoris massae partibus celeritatem communicare, ut neque levioris neque gravioris corporis singulae partes celerius ruant, eodem quidem modo, quo decem homines una currentes non majus spatium emetiuntur, quam singuli. Philosophorum deinde quos dicunt Peripateticos axioma de corporibus cadentibus, „celeritates cadentium eandem habent rationem quam altitudines per quas labuntur corpora", impugnavit Galileus non professor sed discipulus scholae, in qua philosophia illa docebatur, experimentisque illustravit suam doctrinam novam, quaedam corpora gravitate maxime varia turri demittens, quae simul spatium percurrerent, dummodo ne materia quibus corpora erant confecta, densitate diversae essent. Jamjam Copernicus multo rectius quam Peripatetici de gravitate exposuerat, eam in quodam sese conjungendi studio esse corporibus insito arbitratus. Talia enim capite IX. libri, cujus titulus est: Astronomia instaurata libris VI. comprehensa, qui de revolutionibus orbium inscribuntur" de re nostra profert:

„Equidem existimo, gravitatem non aliud esse quam ap-„petentiam quandam naturalem partibus inditam a divina „providentia opificis universorum, ut in unitatem integrita-„temque sese conferant in formam globi coeuntes, quam „affectionem credibile est etiam soli, lunae caeterisque erran-

„tium fulgoribus inesse, ut ejus efficacia in ea, qua se re- „praesentant, rotunditate permaneant.“

Sed ne tum quidem quidem quum haec innotuissent, gravitatis ideam satis perspectam fuisse Baconio,[1]) quas physicae artis peritis solvendas proposuit, quaestiones comprobant, qui gravitatem pro effectu animarum e corporibus prosilientium accepit, ut illae animae corporibus propriam quandam vim superadderent quam virtutem immateriatam appellat, inque communi omnium rerum conjunctione positam esse censet.

Quaestiones vero, quas proposuit Baco XVI. numeravi, quas proferre longum, molestum, et fere inutile est, quum ne una quidem rem tangat omnes inexpositionibus mysticis versentur. At Galileus postquam detegendis gravitatis causis minime occupatus illam qualitatem vim quandam esse omnibus corporibus insitam proposuit, eaque mathesi ingeniose adhibita ex erroribus illis in veram viam deductus est, experimentis leges invenire conatus, quas corpora libere cadentia sequerentur. Ante Galileum Scholastici in Aristotelis praecepta caeca fide juravere et ejus quaestiones commentariolis illustrasse contenti corpora aëre post eorum terga concusso moveri putabant. Adeo quum physices novatores extitissent, variae de motu et gravitate opiniones vigebant. Ridulas vero sibi fingebant nonnulli motiones, quas universas aut naturales aut violentas esse opinabantur. Naturalem motum eum esse dicebant, qui in circuli cujusdam peripheria violentum qui in perpendiculo fieret, cujus doctrinae auctor est Copernicus. Baco vero Verulamiensis in libro: „De interpretatione naturae“[2]) XIX. varia motionis genera numerat ne flocci quidem habenda; scilicet unam solum modo pigritiae legem rectius sibi videtur finxisse Baco; haecce nimirum profert motus genera:[3]) „Motus primus sit motus

---

[1]) De interpretatione naturae lib.: in operibus Francof. 1665 naturae lib. II. in pag.: 394 seqq.

[2]) In operibus Francof. anno 1665. pag. 394 seqq.: sive. Historia Naturalis et Experimentalis de Ventis etc. Lugd. 1638. De Motus variis speciebus 281 seqq.

[3]) Silva Silvarum sive historia naturalis: Centur: VIII. Nr. 763. 765 — In operib. Francof. 1665: pag.: 911.

„Antitypiae Materiae, quae inest in singulis portionibus ejus; „per quem plane annihilari non vult: vel (si non detur co- „pia) ut est, subsistat; neque unquam res eo deveniat, ut „aut Nihil sit, aut Nullibi. Quem motum Schola (quae sem- „per fere et denominat et definit Res vel denotat) per aliud „Axioma, quod duo corpora non possint esse in uno „loco, vel vocat motum. — Sit motus secundus, motus quem „appellamus Nexus; per quem corpora non patiuntur se ulla „ex parte sui dirimi a contractu alterius corporis ut quae „mutuo nexu et contractu gaudeant. Quem motum schola „vocat motum Ne detur vacuum. — At motus tertius, „motus Libertatis; per quem corpora se liberare nituntur a „Pressura aut Pensura praenaturali et restituere se in Di- „mensum corpori suo conveniens. — Sit motus IV. mo- „tus cui nomen dedimus Hyles: qui motus Antistrophus est „quodammodo motui, de quo diximus, Libertatis. Etenim „in motu Libertatis corpora novum Dimensum, sive novam „sphaeram exhorrent in hoc motu Hyles corpora novum „Dimensum sive Sphaeram appetunt atque ad illud liben- „ter et propere et quandoque valentissimo nixu aspirant. „— Sit motus V. motus Continuationis: Intelligimus autem „non Continuationis simplicis et primariae, cum Corpore „aliquo altero; (nam ille est motus Nexus) sed Conti- „nuationis sui in Corpore certo. — Sit motus VI. motus quem „nominamus motum ad Lucrum sive motum Indigentiae. „Is est per quem corpora quando versantur inter plane „Heterogena et quasi inimica; si forte nanciscantur copiam „aut commoditatem evitandi illa Heterogena, et se appli- „candi ad magis Cognata. — Sit motus VII. motus Con- „gregationis Majoris; per quem Corpora feruntur ad Mas- „sas Connaturalium suorum: Gravia ad Globum Terrae; „Levia ad Ambitum Coeli. Hunc Schola nomine Mo- „tus Naturalis insignivit; levi contemplatione. Quia „scilicet nil spectabile erat ab extra, quod eum motum cie- „ret: (itaque rebus ipsis innatum atque insitum putavit.) „Aut forte, quia non cessat. Nec mirum semper enim „praesto sunt Coelum et Terra, cum e contra Causae et „Origines plurimorum ex reliquis motibus interdum adsint.

„Itaque hunc quia non intermittit sed caeteris intermitten-
„tibus statim occurrit, Perpetuum et Proprium; reliquos
„Ascititios posuit. Est autem iste Motus re vera satis infir-
„mus et hebes, tanquam is qui caeteris motibus quamdiu
„operantur cedat et succumbat. — Sit Motus VIII. motus
„Congregationis Minoris; per quem Partes Homogeneae in
„Corpore aliquo separant se ab Heterogeneis et coeunt inter
„sese; per quem etiam corpora integra ex similitudine sub-
„stantiae se amplectuntur et fovent, et quandoque ad distan-
„tiam aliquam congregantur, attrahuntur et conveniunt. Li-
„gatur autem Motus iste plerumque tribus modis:
„Torpore Corporum, Fraeno Corporis Dominan-
„tis et Motu externo. — Sit motus IX. motus Magne-
„ticus; qui licet sit ex genere Motus Congregationis Mi-
„noris, tamen si operetur ad Distantias magnas inquisitio-
„nem meretur separatam; praesertim si nec incipiata Tactu,
„quemadmodum plurimi, nec perducat actionem ad Factum,
„quemadmodum omnes motus congregativi; sed Corpora
„tantum elevet aut ea intumescere faciat, nec quicquam ul-
„tra. — Sit Motus X. motus fugae, Motus scilicet Mo-
„tui Congregationis Minoris contrarius; per quem Corpora ex
„Antipathia fugiunt et fugant inimica, seque ab illis sepa-
„rant aut cum illis miscere se recusant. — Motus XI.
„Motus Assimilationis, sive Multiplicationis sui, sive etiam
„Generationis simplicis. Per hunc Motum Corpora similaria
„vertunt corpora alia affinia aut saltem bene disposita et
„praeparata in Substantiam et Naturam suam. — Motus
„XII. Motus Excitationis, — procedit tanquam cum im-
„perio et potestate; jubet enim et cogit Assimilatum in As-
„similantem verti et mutari. At motus Excitationis proce-
„dit tanquam Arte et insinuatione et furtim; et invitat tan-
„tum et disponit Excitatum ad Naturam Excitantis. — Mo-
„tus XIII. Motus Impressionis, qui motus est etiam ex ge-
„nere Assimilationis; estque ex Diffusivis Motibus subtilissi-
„mus. Nobis autem visum est eum in speciem propriam con-
„stituere, propter differentiam insignem, quam habet erga
„priores duos. Motus enim Assimilationis simplex Corpora
„ipsa transformat, ita ut si tollas primum Movens, nihil

„intersit ad ea, quae sequuntur. —Motus XIV. motus Configu-„rationis aut Situs, per quem Corpora appetere videntur „non Coitionem aut Separationem aliquam; sed Situm, et „Collocationem et Configurationem cum aliis. — Motus „XV. Motus Pertransitionis, sive Motus secundum Meatus; „per quem virtutes Corporum magis aut minus impediuntur, „aut provehuntur a Mediis ipsorum pro Natura Corporum „et Virtutum Operantium atque etiam Medii, — Motus XVI. „Motus Regius sive Politicus, per quem Partes in Cor-„pore aliquo praedominantes et imperantes reliquas partes „fraenant, dominant, subigunt, ordinant et cogunt eas ad-„unari, separari, consistere, moveri, collocari, non ex de-„sideriis suis, sed prout in Ordine sit, et conducat ad bene „esse Partis illius Imperantis adeo ut sit quasi Regimen et „Politia quaedam, quam exercet Pars Regens, in partes sub-„ditas. — Sit Motus XVII. Motus Rotationis spontaneus; „per quem Corpora motu gaudentia et bene collocata, Na-„tura sua fruuntur, atque se ipsa sequuntur, non aliud; et „tanquam proprios petunt amplexus. Etenim videntur Cor-„pora aut movere sine Termino; aut plane quiescere aut „ferri ad Terminum, ubi pro Natura sua aut rotent aut „quiescant. — Motus XVIII. — Motus Trepidationis cui „(ut ab Astronomis intelligitur) non multum fidei adhibe-„mus. Est autem hic Motus veluti aeternae cujusdam ca-„ptivitatis. Videlicet ubi Corpora non omnino pro Natura „sua bene locata et tamen non prorsus male se habentia „perpetuo trepidant et irrequiete se agunt, nec statu con-„tenta, nec alterius ausa progredi. — Motus XIX. et po-„stremus, motus ille cui vix nomen Motus competit et ta-„men est plane Motus. Quem Motum motum Decubitus „sive Motum Exhorrentiae Motus vocare licet. Per hunc „Motum Terra stat mole sua, moventibus se Extremis suis „in Medium non ad centrum Imaginativum, sed ad Unionem.“

Videmus auctorem his omnem sui temporis de motu doctrinam in lucem proferentem, ast non scimus utrum talis doctrina irridenda sit an dolenda; variae enim mechanicae leges confunduntur rerum chemicis aliisque physicis consuetudinibus conglutinatae, quae una lege coercenda essent

separantur, separanda conjunguntur, ita ut tot variis legibus tamen certa de motn non cognoscantur, motusque adhuc dubius sit, quid sit, quo effectu fiat quibus legibus corpora cadentia fruantur. — Non autem prius, quam Galileus verum corporum libere cadentium motum cognovisset, motus ratio rectius tractata est. Quum enim posuisset Galileus gravitatem uniformem esse, quod si minima temporis spatia consideras, rectum est, talem vim omnibus temporis praeterlapsi partibus corpus urgentem videbat, ita quidem ut praeter vim primae temporis partiunculae in initio secundae nova et par omnimodo vis accideret, quae ambae corpus per secundam temporis partem urgerent, usque ad tertiae initium ubi rursus nova cum duabus prioribus vis urgere inciperet. Sed tali modo Galileus ipse legem suam non omni ex parte declaravit, initium enim facit hanc legem accelerationis supponens, cujus naturam adhibitis experimentis illustraret. Hisce detectis, quis est, qui nesciat corpora accelerata eo celerius labi quo diutius labantur? Et hujus quidem accelerationis lex cujus phaenomenon tam lucidum ante omnium oculos positum erat, multorum philosophorum animos jam sollicitaverat, attamen propter ingeniorum sterilitatem ut illam deprehenderent tantum abfuit, ut alias multas irridendas leges proferrent. Fuerunt enim, qui spatia percursa eandem habere rationem dicerent, quam lineae segmenta media et extrema ratione (aura quam dicunt sectione) divisae, ita ut minor lineae cujusdam pars cum majore talem sequatur rationem qualem habet major lineae pars ad integram; sive spatium primo horae momento percursum talem sequi cum spatio horae altero momento perlapso, qualem id alterum spatium habeat cum spatiis duobus momentis cadendo factis. Opinio autem prae ceteris vulgata erat haec: accelerationes eandem habere rationem, quam spatia, quae corpora cadentia percurrerent, quae omnia Galileus theoremate suo supra exhibito delevit: celeritatis incrementum temporum rationem sequi, ita ut post duplum tempus celeritas dupla sit; et simili modo de caeteris. Restat, ui etiam Baliani et Cartesii aliorumque quorundam minus notorum de motu doctrinas examinemus, ejus

scientiae illo tempore, quod proposuimus ea, qua par est diligentia adumbraturi imaginem. Necesse enim duximus et Galilei et adversariorum et aequalium doctrinas accuratius pervestigare, quia videmus inter physicae artis peritos turbam ingentem excitatam esse, quorum alteri suarum scholarum inveterata doctrina alteri invidia ducti novam rationem intelligere aut non potuerunt aut noluerunt.

Veterum enim poëtarum illud: tolluntur in altum, ut lapsu graviore ruant, quod verum esse consuetudo quotidiana probat philosophis ipsorumque discipulis bene notum erat quamquam aliquando hosce fugit, quod jam neminem latet. Sed quum de caussis accelerationis illi rixarentur, rem ipsam in discrimen ducebant, quod hisce adumbrare liceat verbis Athanasii Kircheri (1602 — 1680)[1]) hominis magis eruditionis suae magna copia, quam integritate celebrati:

„Cum omnia corpora in centrum insito quodam appetitu „ferantur, si centrum non esset, omnis quoque motus ces„saret, quum grave, quod appeteret, non haberet. Motus „naturalis gravium deorsum, est appetitus intrinsecus ad cen„trum terrae, quod omnia appetunt; non uti nonnulli sibi „persuaserunt ab attractiva vi terrae; nec a materia quan„dam tenui, quae grave sollicitat ad motum, nec ab aëre „incitato retro impellente uti Perierius vult, neqne a gravi„tate aliqua in ipso motu lapidi super addita, ut nonnulli Pe„ripathetici volunt, sed ut dixi appetitu innato, cujus tota „vis est ab impetu seu impulsu. Ut autem impetus impul„susve ratio antequam ulterius progrediamur luculentius pa„tefiat, sciendum est, impetum seu impulsum nihil aliud esse „quam qualitatem quandum quae exigat motum sui subjecti. „Cum enim potentia et facultas motrix sit activa ut pro„ducat aliquid necesse est, sed nihil aliud, quam impetum „producit; ergo sine impetu grave naturaliter moveri non „posset. Est ergo impetus seu impulsus necessario connexus et „connaturalis motui gravium, tametsi a substantia mobilis

[1]) Mundus subterraneus Amstel: 1665. Tom. I. lib. I. Cap. III. sect. III. et Tom. II. lib. I. cap. II. aliis locis.

„distinctum quiddam sit, quum mobile quiescens sine im„petu esse possit in actu autem exsistens sine impetu concipi „non potest. Quum igitur datur motus naturalis gravium deor„sum ab extrinseco, is non potest esse, nisi ab impulsu, „tum quia ejus acceleratio sine impulsu explicari non po„test, tum quia grave deorsum cadens impulsum imprimit in „corpore occurrente, quod non fieret, si impulsus expers „foret, ab intrinseco: Itaque motum naturaliter acceleratum „esse, vel hinc patet, quia quum motus in libero medio non „impediatur neque impulsus primo instanti productus se„cundo instanti a causa primo productiva conservetur sed ab „alia. Sitque ipsa mobilis substantiae causa necessaria, „certe secundo instanti novum producit impulsum, crescente „itaque causa motus crescit ipse motus. Hinc aequalibus „temporibus aequalia acquiruntur velocitatis momenta, quia „causa necessaria aequalibus temporibus aequalem producit „effectum.“ Sicut in sententia modo memorata et falsa et vera videmus, quod auctor philosophica disputatione rem adumbrare conatus est experimentis usuque quotidiano comprobandam, ita omni tempore de quo scribimus nimio declarandi studio res ipsa est obscurior facta.

Quamquam enim Galilei praecepta de graviun acceleratione quam optime potest veritas physico mathematica et ab ipso et praecipue ab ejus discipulo inque cathedra Florentina successore Evangelista Torricelli (1618 — 1640) [1]) rationibus geometricis probata erant, tamen fuere qui in contrarium differe auderent quod ipsum ad illa confirmanda plurimum valuit. Inter adversariorum et ridiculas et misellas de sententia opiniones hypothesis diçamne an lex, quae Baliana dicitur eminet, quamvis hoc nomen jure non tribuatur ipsi, quae multis annis ante jam nota erat, a Baliano tantummodo nova demonstratione probatur. Balianus enim vir nobilis Genuensis in libro, qui inscribitur:

De motu naturali fluidorum ac solidorum (Gen. 1638 in IVto et iterum 1646.)

---

[1]) Librum excellentissimum illius: „De motu gravium naturaliter descendentium“ persolvere non licuit, quia neque in hac nostra urbe, neque in bibliotheca Berolinensi invenitur.

invenisse se ait et probare studet; spatia percursa e ratione numerorum 1, 2, 3, 4, ... esse, celeritatesque ad spatiorum proportiones: quae sane opinio non minus falsa quam absurda. Ipse jam Galileus noster eam praeviderat, quum in dialogo tertio libri sui in quo de illa materia disputat quendam rem, de qua diximus, sibi objicientem faciat et admodum verisimilem esse fateatur; sed ingeniosissima disputatione eandem falsam esse demonstrat, propterea quod motus in instanti fieri deberet, si admitteretur Baliana Hypothesis. Difficillimum autem erat rationem labefactare, quae vetustate sacrosancta videretur. Namque jam Peripatetici eam protulerant, — adeo ut pueris tradi solita humanis animis quasi innata videretur. Indeque factum fuerit, ut Balianus inter viros et physicae et geometriae peritos tunc temporis longe celeberimus, quique ipsius Galilei doctrinam eleganter illustrasset, veram rei naturam non perspiceret. E Galilei enim demonstratione, qua probatur corpus eodem tempore certam viam totam aliquamque hujus viae partem simul percurrere si admitteretur hypothesis jam supra dicta: paralogismum, quem dicunt invenire sibi visus est Balianus. Inter illos vero, qui Balianam rationem defenderunt, multo acerimus erat Petrus Cazreus qui ratiocinationes suas et notitiam experimentorum ab ipso factorum cum Petro Gassendio trinis litteris communicavit, abs quo deinceps totidem litteris [1]) clare et dilucide ratiocinationes illas perversas esse demonstratur. Sed qui Galilei doctrinam experimentis rite factis probare studuerint de his posthac scribere propositum est. Hoc unum tantummodo dicendum esse duximus inter eos, qui Galileanam doctrinam defenderent praeter Torricelli nobilissimos fuisse M. de Fermat qui methodo usus est, qua veteres Geometri in demonstrandis mathematicis problematibus usi sunt, et Gassendi virum eximiae doctrinae. Ad Cartesium enim redeamus, qui motus leges etiam luculentibus quam Galileus exposuit. Sed in definiendis et firmandis hujus disciplinae primis notionibus eum minus felicem fuisse ea docent, quae inde consequi putavit. Carte-

---

[1]) Gassendi opera. Tom. III. pag. 564.

sius enim melius cognovit, quam alii ante eum omnes, nihil prorsus in physicis intelligi posse, nisi quae referri queant ad principia quae captum non excedant humanae mentis; ejusmodi sunt ea, quae pendent et a corporibus spectatis sine qualitatibus ullis et a motibus corporum. Sed quoniam maxima difficultas in eo erat, ut ostendatur, quo pacto tot res diversae ex his solis principiis sequerentur exitum minime prosperum habuit in plurimis argumentis, quae examinanda sumpserat, ac praecipue meo quidem judicio, in iis quae ad gravitatem pertinent. In physica enim sua conatus est explicare gravitatem ex motu certae cujusdam materiae ortum habere, quae circa terram movetur, illamque occursu terrae impediri putavit, quominus pergeret recta moveri linea, atque ea de causa quantum posset recedere. Quod vero ad corpora aeque gravia attinet, firmare studet: etiamsi massa auri esset vigesies gravior, quam portio aliqua aquae ejusdem magnitudinis, aurum tamen quater aut quinquies tantummodo habere tantum materiae, quantum aqua; primo quia ab utraque deducendum sit (dicere potius debuerat adjiciendum) pondus aequale propter aërem in quo ponderantur. Attamen rem ipsam cui cum fundamentalibus (sit venia verbo) notionibus nihil est commune bene tractavit atque has protulit motionis leges:[1])

1) corpus in quo situ est, in eo manet, si vero mutatur, causae extraneae in ipsum agunt. Inde intelligi potest corpus in quiete perseverare, si in quiete erat: si vero movetur motu in aeternum aequabili ferri, ita ut necesse sit causae agant extraneae, ubi corpus quiescens movendum, aut motum in quietem restituendum sit;

2) corpus quocunque modo impulsum in eadem directione per rectam lineam movetur: id quod e prima lege consequitur; ubi vero corpus per curvatam quandam lineam movetur ne-

[1]) Principia philosophiae pars secunda caput XXIII. usque ad hujus partis finem. — Universam Galilei de motu doctrinam Cartesius examinavit: epistolae, Amstel: 1682 pars prima in epistolis 68, 111 et 117.

cesse est, adsit causa extranea, quae corpus e via sua naturali perpetuo detrahat;

3) corpus propulsum corpori e loco suo nulla vi removendo occurrens motu non mutato retro movetur. Si vero moti corporis major est vis quam obstantis hoc ipsum movetur, motumque corpus de vi sua tantum amittit, quantum ad projiciendum alterum opus est.

Cartesium itaque intellexisse videmus quemlibet motum vim quandam requirere, quum vero ad movendam pari celeritate molem duplo majore opus sit, quumque moles duplo minor dupla celeritate projecta idem efficiat, quam simplex moles simplici celeritate mota: jure concludit ille, corporis facultatem ex ipsius massa et celeritate pendere, sive motus quantitatem productum aequare e mole multiplicata per celeritatem. Quae a Cartesio falsa de spatio, de motu caeterisve de re nostra docentur, examinantur et refutantur a Deschalio propositionibus ita in scriptis:[1]) Errores Cartesii circa spatium; errores Cartesii circa definitionem motus; Omnis motus est impossibilis secundum Cartesium; Falsae sunt regulae motus a Cartesio assignatae. Quae vero a Deschalio referuntur Galileanam doctrinam non sequuntur, philosophiam eamque duram redolent demonstrationem Cartesionae philosophiae atomisticae inimicissimam.

Sed ratiocinationes geometricae, quibus Galileus in physica arte et in hac ipsa re ad probandam de corporibus motu accelerato labentibus legem usus est, pro instrumentis accipere cogimur, indeque factum est, ut recentiores Geometrici in omnibus detegendis suis maxime in corporibus lege quacunque acceleratis adhiberent leges Galileanas, adeo dicendus est Galileus tenuisse leges principales motionis cujusvis hasce:

1) corpus quiescens non moveri nisi causa extranea movente;

2) corpus nova quadam vi non accedente viam suam in linea recta eademque celeritate perficere;

[1]) Mundus mathematicus tom. I. pag. 675 seqq.

3) Corpus a duabus viribus in diversum tendentibus sollicitatum per diagonalem parallelogrammatis cujus latera viribus proportionalia sint transire cogi;

quibus in legibus Galileus demonstrationibus suarum fundamentum posuit. Sed quum videret primos cadentis, utut gravissimi, impetus lentissimos esse et tardissimos, mobile autem cadens acquisitam cum suo lapsu habere velocitatem eo majorem quo ex majori altitudine mobile descenderet, non dubitabat, quin casum liberum uniformiter acceleratum nominaret eum: qui a quiete recedens, temporibus aequalibus aequalia celeritatis momenta sibi superaddit. Ut tamen hunc motum acceleratum rectius intelligere liceat, eas leges antea exquirendas esse putabat, secundum quas corpora motu non accelerato moverentur, qui vero motus in libere cadentibus non observatur. Aequabilem seu uniformem istum motum nominat ejusque partes quibuscunque temporibus aequalibus a mobili peractas inter se aequales esse censet. Ex hac definitione quatuor pendent axiomata; scilicet

I. spatium transactum tempore longiori in eodem motu aequabili majus esse spatio transacto tempore breviori.

II. Tempus quo majus spatium conficitur, in eodem motu aequabili longius est tempore, quo conficitur spatium minus.

III. Spatium a majori velocitate confectum tempore eodem, majus est spatio confecto a minore velocitate.

IV. Velocitas, qua tempore eodem conficitur majus spatium, major est velocitate, qua conficitur spatium minus.

Indeque haec derivantur theoremata:

1) Si mobile aequaliter latum eademque cum velocitate duo pertranseat spatia, tempora lationum erunt inter se ut spatia peracta.

2) Si mobile temporibus aequalibus duo pertranseat spatia, erunt ipsa spatia inter se ut velocitates, tempora erunt aequalia.

3) In aequalibus velocitatibus per idem spatium latorum tempora velocitatibus e contrario respondent.

4) Si duo mobilia ferantur motu aequabili, inaequali tamen velocitate, spatia temporibus inaequalibus ab ipsis peracta habebunt rationem compositam ex ratione velocitatum et ex ratione temporum.

5) Si duo mobilia aequabili motu ferantur, sint tamen velocitates aequales et inaequalia spatia peracta, ratio temporum composita erit ex ratione spatiorum et ex ratione velocitatum contrarie sumptarum.

6) Si duo mobilia aequabili motu feruntur, ratio velocitatum ipsorum composita erit ex ratione spatiorum peractorum et ex ratione temporum contrarie sumptorum.

Hisce luculenter perspectis aditus patebat ad motum acceleratum, cujus principium ex definitione hauriendum est: scilicet

Gradus velocitatis ejusdem mobilis super diversas planorum inclinationes acquisitos tunc esse aequales, quum eorundem planorum elevationes aequales sint;

de corporum autem descensu libero tres inde derivantur leges:

1. Tempus, in quo aliquod spatium a mobili conficitur latione ex quiete uniformiter accelerata est aequale tempori, in quo idem spatium conficeretur ab eodem mobili motu aequabili delato, cujus velocitatis gradus subduplus sit ad ultimum gradum velocitatis motus uniformiter accelerati.

II. Si aliquod mobile motu uniformiter accelerato descendat ex quiete, spatia quibuscunque temporibus ab ipso peracta sunt inter se in duplicata ratione eorundem temporum: nempe ut temporum quadrata.

III. Si in aequalibus temporibus a primo lationis instanti consequenter sumptis spatia conficiuntur certa, ipsa spatia erunt inter se ut numeri impares ab unitate; scilicet ut 1, 3, 5, 7, 9, etc.[1])

---

[1]) Discorsi etc. Giornata Terza. De motu aequabili, et de motu uniformiter accelerato. Propositiones de motu accelerato XXXVII. sunt, in quibus pendulorum quoque motus demonstratur.

Permultae ex his derivantur motus et leges et relationes, quum per perpendicula tum in planis inclinatis, quae tamen huc non spectant. Omnia autem theoremata simplici et pereleganti demonstratione geometrica demonstrantur, ita ut hujus rei cognitio ne tironis quidem intellectum excedat. Ita Galileus cum Cartesio de palma certat, adeo quidem ut in illa physices parte, quam mechanicam nominamus longe plus meriti apud Galileum sit quam apud Cartesium. Nam Florentini philosophi ratio rei tractandae sanior et aptior erat ad instaurandam physicam artem, quam Gallici, qui non experimentis sensuumque ope, sed metaphysicis artibus rerum principia exquireret.

Ad haec Galileus scientiam locupletavit eo quod pendularum motionem detexit itaque fundamentum jecit ad nostrum temporis accurate metiendi modum. Quum enim puer jam Maronis verba sequens

„rerum exquirere caussas“

animum ad res contemplandas assuefecisset adolescens sibi persuasum habebat:

Imo idem pendulum magnas et parvas suas vibrationes eodem tempore perficere,

2do pendula inaequalia eodem tempore vibrationes perficere, quorum numeri rationem inversam haberent radicum e quadratis longitudinum.

Qui effectus ad rationem corporum de planis inclinatis labentium reducendus est, quod et duo pendula inaequalia, quae similes arcus eosque minimos describunt eadem conditione, qua duo corpora sunt de planis similiter inclinitatis labentia.

Illorum autem tempora quibus utuntur ad planas percurrendas rationem habent radicum ex altitudinibus, tempora autem quibus pendula utuntur ad faciendam dimidiam vibrationem, sive ut decidant usque ad perpendiculi pedem rationem habebunt radicum ex altitudinibus arcuum per quos vehuntur: qui quum similes sint, rationem habent radicum e radiis sive perpendiculorum longitudinibus.

Numerus autem vibrationum eodem tempore confectarum rationem inversam habet temporis quod ab una quavis

illarum consumitur, quia numeri vibrationum a duobus pendulis confectarum rationem habent radicum e longitudinibus, sive numeri quadrati multitudinum illarum a pendulis confectarum vibrationum rationem longitudinum ipsorum sequuntur. Postquam ita a Galileo compositae essent legitimae secundum quas corpora labentia feruntur proportiones, Newtonus tandem exstitit[1]) qui declararet, qua in re gravitatis vera indoles constaret, secundum quas rationes ipsa metienda sit. Philosophica disputatione ad quam mathesi ingeniosissime adhibita hanc philosophorum rerumque naturalium studiosorum crucem hisce tandem definitionibus sustulit.

1) Quantitas materiae est mensura ejusdem orta ex illius densitate et magnitudine conjunctim.
2) Vis impressa est actio in corpus exercita ad mutandum ejus statum vel quiescendi vel movendi uniformiter in directum. Consistit haec vis in actione sola neque post actionem permanet in corpore, estque diversarum originum ut ex ictu, ex impressione, ex vi centripeta.
3) Vis centripeta est, qua corpus versus punctum aliquod tanquam ad centrum trahitur, impellitur, vel utcumque tendit; hujusque generis est gravitas. Est autem vis centripeta aut absoluta aut acceleratrix aut motrix.
4) Vis centripetae gravitas absoluta est mensura ejusdem major vel minor pro efficacia causae eam propagantis.
5) Vis centripetae quantitas acceleratrix est ipsius mensura velocitati proportionalis, quam dato tempore generat.
6) Vis centripetae quantitas motrix est ipsius mensura proportionalis motui, quem dato tempore generat.

Praeterea ad intelligendum motum tam tempus et spatium, quam locum ipsumque motum in quantitates absolu-

[1]) Principia philosophiae naturalis.

tas et relativas, vel veras et apparentes, vel mathematicas et vulgares distingui jussit. Id autem summi esse faciendum credas, quod Newtonus omnem motum naturalem ex communi omnium rerum attractione oriri docuit, ita ut certam et coelestium et terrestrium corporum rationem inde cognoscamus. Primarum enim et ultimarum rationum inveniendarum methodo exposita, quomodo derivandae sint vires centripetae variosque motus inde cognoscendos docuit, itaque ad corporum descensum et ascensum pervenit, posthac autem animum ad inveniendas vires attractivas intendit miranda doctrina earum proportiones enucleavit, variosque motus inde oribundos demonstravit, quos quidem omnes motus et proportiones in hunc locum conferre non licet. Attamen rem nondum ad liquidum esse demonstratam tunc temporis philosophi arbitrati sunt, inter opiniones vero de gravitatis causa Hugenii Mathematicorum doctissimi Physicorum longe praestantissimi prae ceteris eminet doctrina. Hugenius [1]) enim haec posuit tanquam axioma: Gravitas quum sit nisus quidam inclinatioue ad motum debet verisimiliter oriri ab aliquo motu, hanc profert gravitationis definitionem: Gravitas corporum dici potest nihil esse, praeter conatum materiae fluidae quae in orbem volvitur circum telluris centrum quoquo versus, ut a centro illo fugiat, eoque adigat corpora quae motum eum non sequuntur, quam sic probare studet.

Quum experimentis de pendulorum motu studiose factis hoc firmasse sibi visus esset, motum circularem comitari nisu corporum ut a centro recedant, vas cylindricum aqua implevit, cui laccam sigillarem minutam injecit, quae quum aqua paullo gravior esset, statim descendit. Deinde vasculum operuit vitro, quod aquam ipsam immediate contingeret, caementoque circumlini curavit, ut nihil inde effugeret. Quo facto vas tabulae rotundae imposuit, eaque circumacta

---

[1]) De causa gravitatis. Opera reliqua tom. I. pag. 94. Conf. opera postuma tom. II. de motu ex percussione pag. 74. et de vi centrifuga pag. 105.

animadvertit frustra laccae, quae fundum tangebant, sequebanturque melius motum vasculi quam aqua, circum ejus oras se disposuerant, quia majorem vim centrifugam habebant quam aqua. Sed quum aliquamdiu mensam circumegisset et aqua circularem motum magis magisque adepta esset: subito tabulam sistit, eodemque momento lacca ad centrum confluxit, ideoque gravitatis effectum se vidisse putabat Hugenius. Hoc autem factum esse affirmat, quia aqua non obstante vasculi quiete motum suum circularem retinuerat, ac proinde vim quoque suam centrifugam; lacca vero motum omnem aut fere integrum amiserat, quia contingebat fundum, qui immotus haerebat. Reperto itaque in natura effectu, qui similis sit effectui gravitatis et cujus causa sit perspecta, superest ut demonstretur, num liceat ponere, simile quid respectu terrae contingere, i. e. num detur motus materiae, qui corpora centrum versus cogat descendere, simulque ad caetera omnia gravitatis phaenomena accommodatus sit. Posito terram motu diurno rapi, aëraque et aethera qui illam cingunt, habere eundem motum, nihil adhuc in eo est unde gravitas oriri queat; ad explicandam igitur gravitatem Hugenius in spatio sphaerico, quod continet terram corporaque terrae circumflua, ad magnum intervallum usque materiam quandam fluidam dari sumit, quae constet particulis tenuissimis, varieque et rapidissime in omnem partem agitetur. Quae quum egredi nequeat spatio illo, quod alia corpora ambiunt, dicit, motum ejus fieri debere partim circularem circa centrum; neque ita tamen ut tota versus eandem partem volvatur: sed tantum ut plerique ex variis ejus motibus fiant in superficiebus sphaericis circa centrum ejusdem spatii, quod idcirco etiam sit centrum terrae. His ita positis Hugenius haud difficile est, inquit, explicare, qui motus ille gravitatem producat. Si enim materiam inter fluidum, quae dicto spatio volutatur, partes sint multo crassiores, quam eae ex quibus constat, aut corpora facta ex pluribus particulis simul conjunctis et si illa corpora non sequantur rapidum dictae materiae motum necessario impellentur versus centrum motus, ibique si sufficiens adsit copia, formabunt globum terrenum, posito illam jam non exsistere.

Itaque ex Hugenii sententia gravitas est: conatus materiae fluidae quae in orbem volvitur circum telluris centrum quoquo versus ut a centro illo fugiat, eoque adigat corpora quae motum eum non sequuntur. Demonstratione pereleganti Hugenius praeterea per pendulorum vibrationes probat: velocitas materiae fluidae, gravitatem corporibus terrestribus descendentibus imponentis circa superficiem telluris debet esse aequalis velocitati corporis intra unius horae spatium cum 24½ minutis circa terram acti. Quae celeritas propemodum decies septies major sit quam velocitas puncti alicujus sub aequatore, quod eandem viam conficit respectu stellarum fixarum ut debet hic accipi intra 23 horas cum 56 minutis, quae quidem celeritas incredibilis fere videatur, si quis ipsam comparet cum motibus, quos hac in terra videmus.

Omnem hanc Hugenii doctrinam satis esse elegantem, physices ingenium redolentem videmus, praecipue quum ipsi contigerit principii inde haurire rationem, quod assumpsit Galileus ad demonstrandam proportionem accelerationis corporum cadentium, scilicet velocitatem eorum aequaliter augeri temporibus aequalibus, justeque inde concludere: ea quae aequalem continent materiae quantitatem, aequalis sunt gravitatis. Newtonianum autem illud: „particulae omnes, „quae concipi possunt in duobus pluribusve cor- „poribus sese invicem attrahunt, sive ad se invi- „cem accedere conantur.“ Hugenius impugnavit, quia sibi visus est manifeste perspicere causam attractionis ejusmodi, neque explicari posse putabat per principia Mechanices neque per regulas motus, neque magis persuasum habebat necessariam esse attractionem corporum integrorum, ita ut per ejus sententiam etsi nulla esset terra, fore tamen ut corpora sua quam dicunt gravitate centrum aliquod peterent. Imo etiam Newtonianae vi centripetae annuit, per quam ille vult planetas gravitate sua versus solem, lunam terram versus descendere, diminutionemque gravitatis illam regularem locum quoque habere non dubitat, nempe quod sit in ratione quadratorum distantiarum a centro, praecipue quum videret ita aequare vires centrifugas planetarum et producere prae-

cise effectum motus elliptici, quem Keplerus conjectaverat; hoc unum ait scrupulum sibi injecisse quod Newtonus expulsis verticibus vult spatia coelestia plena dumtaxat esse materia rarissima, ut scilicet planetarum, cometarumque cursus tanto minus impediatur; „quae si ita sint videtur funditus corruere mea de gravitate et lumine explicatio.“

De pendulorum autem motu rite cognoscendo Hugenius optime meruit, Galileum enim principia quidem bene docuisse, Newtonum quoslibet motus eorum recte emensum fuisse constat, Hugenius vero rem communi usui adaequavit, primus horologium pendulorum motu moderatum construxisse fertur; hasce profert leges principales de pendulis:

1) Si magnitudo eadem nunc brevius nunc longius suspensa agitetur, erunt sicut distantiae axium oscillationis a centro gravitatis inter se ita contraria ratione distantiae oscillationis ab eodem gravitatis centro.

2) Si mobilia duo aequalibus temporibus circumferentias inaequales percurrant: erit vis centrifuga in majori circumferentia ad eam, quae in minore fit, sicut ipsae inter se circumferentiae, vel earum diametri.

3) Si mobilia aequalia in iisdem sive aequalibus circulis rotisve gyrentur celeritatibus inaequalibus erit vis recedendi a centro celerioris ad vim tardioris in duplicata ratione celeritatum. H. e. si fila, quibus illa retinentur per centrum rotae deorsum educantur, sustineantque pondera, quibus vis mobilium centrifuga inhibeatur atque exacte adaequetur, erunt haec pondera inter se, sicut velocitatum quadrata.

4) Si duo mobilia aequalia in circulis inaequalibus velocitate ferantur, erunt eorum vires centrifugae in ratione contraria diametrorum ita ut in minori circumferentia dicta vis major exsistat.

5) Si mobilia duo aequalia in circumferentiis inaequalibus circumlata vim centrifugam aequalem habuerint, erit tempus circuitus in majore circumferentia ad tempus circuitus in minore in subduplicata ratione diametrum.

6) Si mobile in circumferentia circuli feratur ea celeritate, quam acquirit cadendo ex altitudine, quae sit quartae parti diametri aequalis, habebit conatum a centro recedendi aequalem suae gravitati, h. e. aeque valide filum, quo retinetur trahet, atque quum ex illo suspensum est.

7) Si pendulum simplex oscillatione laterali maxima agitetur, h. e. si per totum circuli quadrantem descendat: ubi ad punctum imum circumferentiae pervenerit, triplo majori vi filum suum trahet, quam si ex illo simpliciter suspensum foret.

8) Globus filo ex centro circuli ad horizontem perpendicularis suspensus per circumferentiam istius circuli rotari non potest, nisi filum sextuplum ponderis appensi sustinère queat.

Quum autem et Hugenius et Newtonus mathesin naturalibus demonstrationibus adhibere consuevissent calculusque finitorum et infinitorum innotuisset, plurimi doctissimique viri, qui sub fine saeculi XVII in Gallia, Anglia et Germania fuerunt physica quaedam gravissima problemata matheseos ope enucleare conati sunt. Quaecunque enim accuratiore studio iis digna videbantur, ea inter se communicabant, ut omne studium omnesque vires quisque in illis perquirendis poneret. Quorum problematum longe dignissimum est, quod Joannes Bernullius (Jean Bernoulli) proposuit de linea brachistochrona [1]; i. e. duo puncta dantur, quae neque in eadem perpendiculari neque horizontali linea posita sunt; linea inveniatur, qua corpus moveri necesse est, si brevissimo tempore ab uno ad alterum punctum descendere debet. Tempus enim quod corpora hoc modo labentia consumunt, non simplicem spatii rationem sequitur, sed ad illud recte determinandum celeritatem etiam, quacum corpus movetur respici necesse est, tamen plus temporis corpus cadendo consumet. Praeterea autem via illa non uniformi motu, sed accelerato perficitur, cujus accelerationis magnitudo ex incli-

[1]) Acta erudit. Lips. 1696.

natione lineae pendet, secundum quam corpus movetur, et maxime quidem ex illis lineae partiunculis, in quibus motus principium habet. Itaque in curva linea in cujus prioribus partibus corpus per perpendiculum fertur, quaeque deinde magis magisque inclinatur latio majore cum celeritate fieri debet, quam in recta, ita ut ad curvam emetiendam minore tempore opus sit, quam ad rectam. Galileus ipse hanc rem divinaverat, quum lationem per arcum circuli minore tempore factam videret, quam per chordam hujusce arcus [1]). Ex ratiocinationibus tamen, quibus ad illud probandum opus est, concludendum esse nonnulli putabant, Galileum circuli arcum pro illa curva accepisse, in qua brevissimo tempore corpus quoddam descendere deberet. Quos tamen jam refutavit P. Frisi [2]). Bernullius vero quum problema illud caeteris mathematicis solvendum proponeret, ipse jam veritatem invenerat; post quem Leibnitzius, Newtonus, Jacobus Bernullius et de l'Hospitale justam problematis solutionem invenerunt. Atque nunc jam haec res iis qui mechanicae et mathesi altiori operam navant, notissima est, quum in omnibus, qui de his disciplinis scripti sunt, libris commemoretur et explicetur.

Sed jam de experimentis in corporum casu tactis exponamus. Postquam enim Galileus legem pronuntiaverat, secundum quam corpora labentia vias suas emetirentur a plurimis experimenta facta sunt, ut appareret falsa an vera lex esset. Primi autem, qui hac mente experimenta fecerunt, fuerunt Ricciolus et Grimaldus (1640) qui e turri templi Bononiensi, cui nomen est ab asinis (degli Asinelli) globulos demittebant diversae gravitatis, indeque intellexerunt, quaelibetcunque corpora idem spatium uno eodemque tempore emetiri, neque ullam differentiam interesse inter gravia et levia, nisi quod aër resistens corpus leve antiquantulum retardet. Etiam Balianus experimenta fecit in castro Savonensi, item Ariaga monachus, qui lapide cum pane et penna

---

[1]) Discorsi etc. Giornata terza proposit VI. VIII. XXXI. XXXVI.

[2]) Elogio di Galileo conf. Montuclas: Histoire des sciences mathematiques tom. I. liv. III. chap. IV.

de mensa una detruso veram rationem invenisse sibi visus est. Quod vero accelerationem attinet opiniones quotquot prius valebant, animi humani infirmitatem probant, qui, ubi veritatem rei perspexisse sibi videtur tamen erroribus circumagitur. Etenim ad inveniendam veritatem tanto ingenii acumine ac naturae cognitione opus fuit quanto Galileus gavisus est. Sed quum Galileus viam aperuisset ejus doctrina a Grimaldo, Ricciolo, Cassiano probata est experimentis in eadem turri factis cujus nomen supra nominavi, et ea quidem diligentia rem pertractavere illi viri, ut Ricciolus dicere posset: „et sane mirabili dictu est, quamvis „iteratis experimentis, nunquam inter nos fuisse discrimen „unius integrae vibratiunculae. Quod scio vix creditum iri „a quibusdam et tamen verissime ita fuisse testor et atte„stabuntur semper praedicti patres e societate nostra.“

Haec enim inveniebant illi:

tempus casus	altitudo per mensuram cognita (pedes Romani)	altitudo secundum Galileum calculo emensa	differentia
30‴	10	—	—
100‴	40	40	—
150‴	90	90	—
200‴	160	160	—
250‴	250	250	—
260‴	280	280	—

sed quia nulla differentia apparebat inter mensuram et calculo emensam altitudinem alteram instituerunt experimentorum seriem hanc:

1″	15	—	—
2″	60	60	—
3″	135	135	—
4″	240	240	—
$4\frac{1}{3}$″	280	280	—

et tertiam seriem:

1″ 5‴	18	18	—
2″ 10‴	72	72	—
3″ 15‴	162	162	—
4″ 20‴	280	280	—

Post hac a Deschalio (1670) viro docto e societate Jesu in Gallia experimenta facta sunt, lapide in puteum demisso. Quia vero videbat, ea quae reperiisset a Galilei inventis valde abhorrere, perscrutatus intellexit, differentiam illam non minus per aërem lapidi obvium quam per vapores e puteo ascendentes et vero per difficultatem audiendi videndique in locum profundum et obscurum exstitisse.

Haec enim invenerat:

tempus	altitudo emensa	altitudo secund. Galil.	differentia
30‴	$4\frac{1}{3}$	—	—
1″	$16\frac{1}{2}$	18	$2\frac{1}{2}$
1″ 30‴	36	$38\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$
2″	60	68	8
2″ 30‴	90	$106\frac{1}{4}$	$16\frac{1}{4}$
3″	123	153	30

Praeterea a P. Mersenne in templo Romano cui nomen est a St. Petro ex altitudine 300 pedum globuli plumbei dimissi sunt qui 5″ sive $5\frac{1}{2}$″ cadendo consumebant, dum lapides admodum parvi 7″ vel 8″ impenderent ad idem spatium emetiendum; idem Londini expertus est M. Desaguliers in templo quod nomen habet St. Pauli. Posthac a Benzenbergo in cathedrali Hamburgensi experimenta facta sunt, qui eandem secundum Galileum et Balianum altitudinem calculo invenit; hanc instituit seriem:

tempus	altitudo emensa	secund. Galil.	sec. Balianum
1″	10	—	—
1″ 54‴	24, 8	24, 2	23
3″ 66‴	144	135	76
4″ 75‴	240	227	117
5″ 63‴	321	318	166
5″ 90‴	340	351	217

Sed quum Hugenius docuisset per longitudinem penduli in quovis terrae loco tempus casus in minima spatii particula inveniri, illis experimentis de quibus diximus non amplius opus erat.

Quod vero in docenda physica arte et haec quoque experimentis demonstranda sint jam aliquanti faciendum est, quod ab Anglo illustri cujus nomen est Atwŏt instrumentum

inventum est, quo perbene illustrantur. Neque minus diligentiae impendebant viri docti definiendae aëris resistentiae contra corpora decidentia.

Aristoteles quidem et Archimedes nihil de hoc argumento tradidere, a Galileo autem res in primo discursu libri cujus nomen supra jam scripsimus exposita est. Deschalus quidem arbitratus est resistentiam aëris anterioris ad impediendum motum tantam esse, quantam vim activam a tergo corporis moti cognovisset [1]). Deinde a sociis academiae cui nomen est Del Cimento experimenta facta sunt quae Galileus praescripserat rationisque veritas probata fuit. Sequitur ex illis experimentis, ut aër per suam obstantiam corpora celerrime mota magis retardet quam gravitate accelerari possint eodem tempore. Idcirco corpora in aëre moveri coepta viribus gravitatis non perpetuo accelerantur; sed aliquem celeritatis gradum adepta aequabili motu ferri pergunt [2]). Deinde per Claramontium simile quid inventum esse scimus, quamquam ille non satis perspexerit utrum aër corpus retardaret an velocitas ipsa ultra quendam gradum cadendo augeri possit. Ricciolus autem duodecim annos hujus rei studio impendit, indeque intellexit globulos solidos decem digitos per diametrum magnos e gleba confectos 3″ 20‴ temporis impendere, concavos vero viginti digitos per diametrum magnos 4″ 20‴.

Attamen Deschalus primus obstantiam aëris certa lege finivit. Invenerat enim, tempus, quo corpus per aërem decidens post corpus per vacuum spatium delatum retardaretur, tali formula aequari:

$$= at^2 + 2\,a\,(1 + 4 + 9 + . + . + . (+ - 1)^2$$

ubi per (a) tempus illud est intelligendum quo corpus primo horae minuto secundo (ter millesima sexcentesima horae pars) remanet. Postea a doctissimo Mariotte (1670) haec

---

[1]) Mund. mathem. tom. II. pag. 156, 6.: „vis enim activa aëris componitur ex ejus entitate et motu, resistentia pariter aëris anterioris componitur ex ejus entitate et motu, seu velocitate, utrobique est aequalis entitas et velocitas."

[2]) Conf. Muschenbroeck tentamina II. pag. 117.

doctrina recolebatur, La Hire eum adjuvit. Neque tamen licitum est haec penitus exquirere propter largissimum rei argumentum. Leguntur autem demonstrationes illorum in: De la percussion ou du Choc des corps de Mariotte idemque in: Histoire de l'Académie des sciences pour 1714, ea parte, quae inscribitur: Remarques sur la chûte des Corps dans l'Aire.

A Newtono tandem res ad hunc finem perducta est, ut certae proportiones firmarentur, quibus resistitur corporibus motis. Postquam enim demonstraverat illud a prioribus acceptum axioma: corporibus in ratione velocitatis resisti, hypothesin magis esse mathematicam, quam naturalem, eandemque in corporibus per media rigore aliquo praedita tardissime motis veritatis speciem sibi arrogare, corporibus autem per media motis, quae omni rigore vacant, in duplicata ratione velocitatum resisti, haec firmavit. *Actione corporis velocioris communicatur eadem medii quantitati, tempore minore, motus major in ratione velocitatis, adeoque tempore aequali communicatur motus in duplicata ratione major, estque resistentia, ut motus communicatus.*

Priores rationes ita explicantur:

I. Corporis cui resistitur in ratione velocitatis motus ex resistentia amissus est, ut spatium movendo confectum.

II. Si corpori resistitur in ratione velocitatis, et sola vi insita per medium similare moveatur, sumantur autem tempora aequalia: velocitates in principio singulorum temporum sunt in progressione geometrica et spatia singulis temporibus descripta sunt ut velocitates.

Patet inde:

1) Velocitatem maximam quam corpus cadendo potest acquirere esse ad velocitatem dato quovis tempore acquisitam, ut vis data gravitatis, qua perpetuo urgetur, ad excessum vis hujus supra vim, qua in fine temporis hujus resistitur.

2) Tempore autem aucto in progressione arithmetica summam velocitatis illius maximae ac velocitatis in

ascensu (atque etiam earum differentia in descensu) decrescere in progressione geometrica.

3) Differentias quoque spatiorum, quae in aequalibus temporum differentiis describuntur descrescere in eadem progressione geometrica.

4) Spatium vero a corpore descriptum differentiam esse duorum spatiorum, quorum alterum sit ut tempus sumptum ab initio descensus ad alterum ut velocitas quae etiam ipso descensus initio aequentur inter se.

Alterius autem propositiones ita pronuntiantur:

1) Si aequivelocibus corporibus resistitur in ratione dignitatis cujuscunque diametrorum, spatia quibus globi homogenei quibuscunque cum velocitatibus moti amittent partes motuum proportionales, totis erunt, ut cubi diametrorum ad dignitatem illam adplicata.

2) Quodsi globi non sint homogenei spatium a globo densiore descriptum augeri debet in ratione densitatis. Motus enim sub pari velocitate major est in ratione densitatis et tempus augetur in ratione motus directe, ac spatium descriptum in ratione temporis.

3) Si globi moveantur in mediis diversis spatium in medio, quod caeteris paribus magis resistit diminuendum erit in ratione majoris resistentiae. Tempus enim diminuetur in ratione resistentiae et spatium in ratione temporis.

4) Si corpus in medio uniformi, gravitate uniformiter agente recta ascendat vel descendat et spatium totum descriptum distinguatur in partes aequales inque principiis singularum partium (addendo resistentiam ad vim gravitatis, si corpus ascendit, subducendo, si descendit) colligantur vires absolutae; dico vires illas absolutas esse in progressione geometrica.

V i t a.

Munus eligere, quo fungamur ut et nobis et universo humano generi fructui simus, nostrum esse solet; quibus autem litteris primum imbuebamur, hoc nostrum non erat, quamquam hoc fundamento fulciatur necesse est, posterior vitae, studiorum consuetudo congratulandum ergo esse illi puto, cui ut cum primae eruditionis genere, ad quae postea animus fertur, bene congruant, contigerit. Sed tam bona fortuna mihi non arrisit, qui ego Car. Gust. Adol. Becker Glogaviae Silesiae inferioris oppido III. a. id. Febr. anno MDCCCXIII natus prius non institui coeperam, quam ubi anno MDCCCXXVI cal. Octob. in Gymnasio quod in patria mea doctissimo Ender rectore tunc florebat, disciplinarum notionis copia facta est, quibus nunc totam vitam consumere mecum constitui. Praeceptores scholae illius in quam tredecim annos et dimidium natus receptus sum, Ill. Ill. Doct. Doct. Ender, Klopsch, Veith, Güntzel, qui jamjam ad superos transiit Seidel, Schubert, Hunt, cujus ad aliam scholam transitum tunc vehementer lugebam, Minsberg, Spiller, Kayssler tironem me instituere coeperunt, augendarum notionum cupidine flagrantem ad hanc almam litterarum sedem maturitatis testimonio ornatum Idib. Sextil. anno MDCCCXXXV dimiserunt, quibus omnibus pio gratoque animo, quas possum maximas gratias ago. Neque minus illorum virorum, quorum beneficiis Glogaviae fruebar, ita ut aliter nullo modo litteris vacare potuissem propter nimiam penuriam et egestatem ea memoriam, qua par est, pietate ad cineres usque conservabo.

III. Cal. Nov. illustrissimo Ritter penes quem tunc fasces academici erant, studiosorum numero adscriptus sum, apud illustrissimum Bernstein philosophorum tunc temporis decanum nomen dedi ut mathesi et philosophiae naturali operam darem, per quadriennium ab illo inde die hisce scholis interfui: philosophicis ab Ill. Ill. Elvenich, Braniss, Nees ab Esenbeck, philologicis ab Ill. Ill. Schneider, Ritschl, Ambrosch, Bellmann, theologicis ab Ill. Ill. Ritter, Balzer, historicis a Doct. Doct. Wachler jam beato, Stenzel, Schön, nunc defuncto, Kutzen, Hoffmann habitis, de mathematicis et astronomicis disciplinis Ill. Ill. Scholz et Boguslawsky differentes audivi, deque physicis Pohl, Gravenhorst, Nees ab Esenbeck, Frankenheim; paedagogicen me docebat Doctissimus Thilo, linguam Italicam Thiemann, quibus omnibus Viris Doctissimis, Illustrissimis propter merita in me collocata semper me deditum esse affirmo.

Theses defendendae.

I. Apud Galileum plus meriti fuit de instaurata arte physica, quam apud Cartesium.

II. Veterum sententiae de fulgoribus in certam rationem redigendae sunt.

III. Doctrina scientiarum, quae experientia praecipue nituntur, contemplatione non adhibita, vana atque inutilis est.

IV. Mathesis talis est scientia, in qua nulla dissensio est.